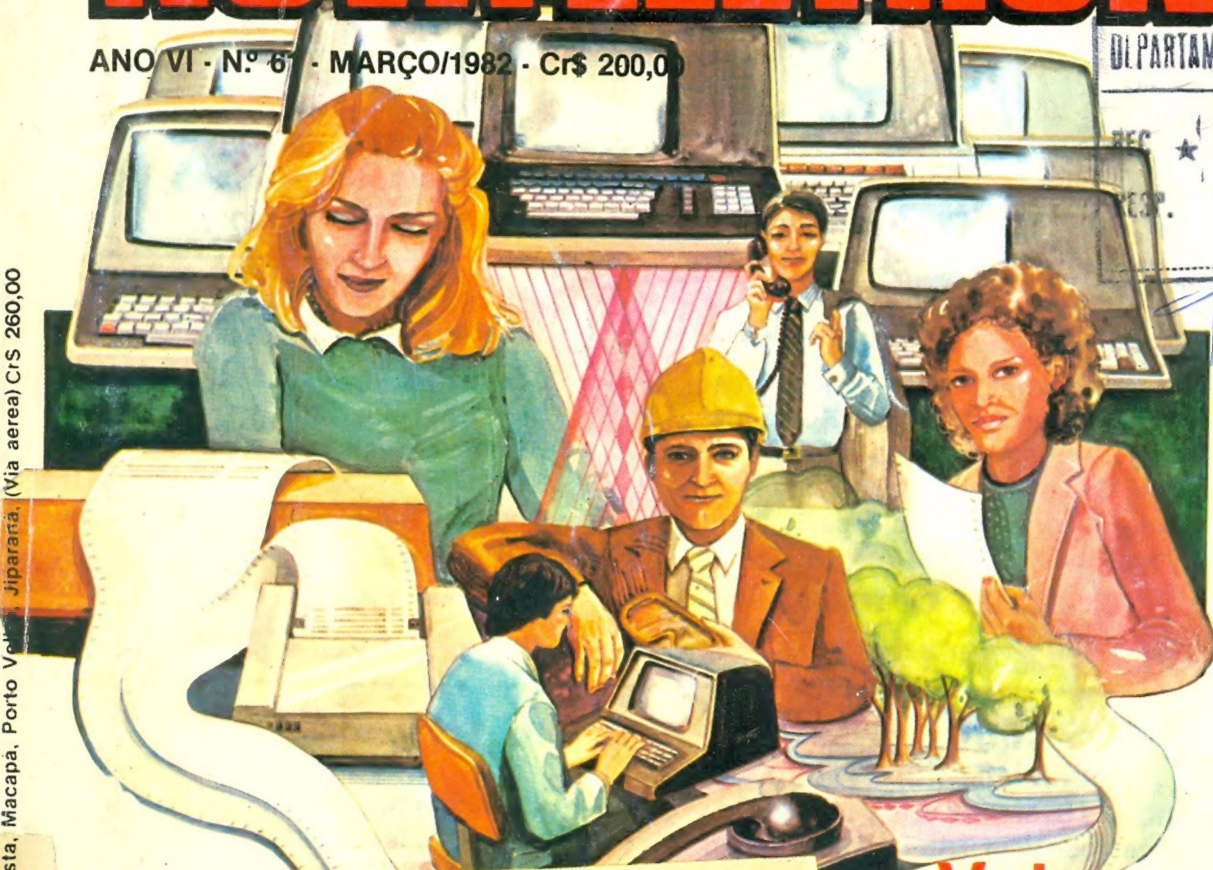


# NOVA ELETRÔNICA

ANO VI - Nº 67 - MARÇO/1982 - Cr\$ 200,00

DEPARTAMENTO MECANIZAÇÃO

REC. 22 MAR 1982



**Veja o que você  
pode fazer com o  
CP-500**



■ **Anatomia de um sintetizador eletrônico**

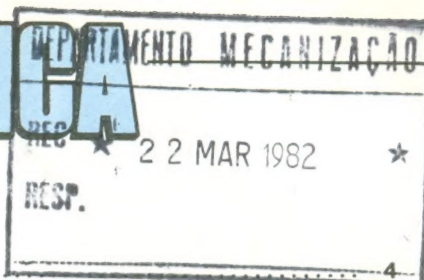
■ **Mais 4 circuitos práticos:**

Conversor CC/CA, amplificador para fones,  
medidor de contraste e elevador de tensão





# NOVA ELETRÔNICA



Nº 61 — MARÇO — 1982

<b>Prática</b>	Elevador de tensão para motonetas e ciclomotores .....	4
	Medidor de contraste para laboratório fotográfico .....	6
	Um inversor CC/CA para pequenos aparelhos elétricos .....	8
	Amplificador para fones de ouvido .....	12
<b>Teoria &amp; Informação</b>	Antologia dos reguladores de potência LM 196/396 .....	14
	Noticiário eletroeletrônico .....	18
	Conversa com o leitor .....	20
	Classificados NE .....	23
	Novidades eletroeletrônicas .....	26
	Livros em revista .....	28
	Estórias do tempo da galena .....	30
	Idéias do lado de lá .....	31
	Notícias da NASA .....	32
<b>Seção do Principiante</b>	Por dentro dos números complexos — conclusão .....	34
	O problema é seu! .....	39
<b>Áudio</b>	Em pauta .....	40
	Anatomia de um sintetizador eletrônico .....	42
	Massa equivalente: fato ou ficção? .....	48
<b>Engenharia</b>	Observatório — os mais recentes desenvolvimentos do mundo da eletrônica .....	54
	Novos integrados CMOS para ignição eletrônica .....	58
	Prancheta do projetista — série nacional .....	63
	Prancheta do projetista .....	64
<b>Suplemento BYTE</b>	CP-500: a definitiva popularização do microcomputador .....	70
	Uma trilogia sobre detecção e correção de erros em transmissão de dados .....	74
	Curso de Basic — 3ª lição .....	79
	Clube de Computação NE .....	83
<b>Cursos</b>	Curso de corrente contínua — 8ª lição .....	90

**EDITOR E DIRETOR RESPONSÁVEL** LEONARDO BELLONZI  
**CONSULTORIA TÉCNICA** Geraldo Coen/Joseph E. Blumenfeld/  
Juliano Barsali/Leonardo Bellonzi  
**DIRETOR ADMINISTRATIVO** Eduardo Gomez  
**REDAÇÃO** Juliano Barsali/Álvaro A. Lopes Domingues  
**DIAGRAMAÇÃO, PRODUÇÃO E ARTE** José Carlos Camacho/Sebastião Nogueira  
**DESENHOS** Augusto Donizetti Reis  
**GERENTE COMERCIAL** Antonio E. Bueno  
**CONTATOS** Márcio de Oliveira/Tônia de Souza/Ana Maria Dias Baptista  
**REPRESENTANTES:** Rio de Janeiro - Rua Evaristo da Veiga, 16 - Grupos 501/502 - Tel.: 220-3770 - Rio de Janeiro - RJ / Minas Gerais - Rua Pirite, 105 - Tel.: 463-3559 - Belo Horizonte - MG  
**EQUIPE TÉCNICA** Luís Roberto Putzeys/Everaldo R. Lima/Des.: José Reinaldo Motta  
**COLABORADORES** Márcia Hirth/José Roberto da S. Caetano/Paulo Nubile/A. Fanzeres  
**CORRESPONDENTES NOVA IORQUE** Guido Forgnoni/MILÃO Mário Magrone/GRÃ-BRETANHA Brian Dance  
**COMPOSIÇÃO** Ponto Editorial Ltda./FOTOLITO Priscor Ltda./IMPRESSÃO AGGS Indústrias Gráficas S.A./DISTRIBUIÇÃO Abril S.A. Cultural e Industrial  
**NOVA ELETRÔNICA** é uma publicação de propriedade da EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda. — Redação, Administração e Publicação: Av. Engenheiro Luís Carlos Berrini, 1168 - 5º andar - CEP 04571 - Brooklin Novo. **TODA CORRESPONDÊNCIA DEVE SER EXCLUSIVAMENTE ENDEREÇADA À NOVA ELETRÔNICA — CAIXA POSTAL 30.141 — 01000 S. PAULO, SP. REGISTRO Nº 9.949-77 — P. 153.**  
**TIRAGEM DESTA EDIÇÃO: 65.000 EXEMPLARES.**

Todos os direitos reservados; proíbe-se a reprodução parcial ou total dos textos e ilustrações desta publicação, assim como traduções e adaptações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. É vedado o emprego dos circuitos em caráter industrial ou comercial, salvo com expressa autorização escrita dos Editores, sendo apenas permitido para aplicações didáticas ou diletantes. Não assumimos nenhuma responsabilidade pelo uso de circuitos descritos e se os mesmos fazem parte de patentes. Em virtude de variações de qualidade e condições dos componentes, os Editores não se responsabilizam pelo não funcionamento ou desempenho deficiente dos dispositivos montados pelos leitores. Não se obriga a Revista, nem seus Editores, a nenhum tipo de assistência técnica nem comercial; os protótipos são minuciosamente provados em laboratório antes de suas publicações. **NÚMEROS ATRASADOS:** preço da última edição à venda. **ASSINATURAS:** não remetemos pelo reembolso, sendo que os pedidos deverão ser acompanhados de cheque visado pagável em SÃO PAULO, em nome da EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda.



# *De 6 Vca para 12 Vcc com este simples* *Elevador de tensão*

## *Relação de componentes*

*R1 — 1,5Ω/2 W*

*C1 — 4700 μF/12 V*

*C2 — 4700 μF/25 V*

*C3 — 4700 μF/35 V*

*C4 — 50 μF/15 V*

*Obs.: todos os capacitores são eletrolíticos*

*D1, D2, D3 — diodos de silício*

*— 100 V/2 A*

*CI1 — regulador integrado tipo 7812*

*(para 12 V) ou equivalente*

Livio Bari e Danilo Rizzo

**Este artigo vem com a garantia da revista italiana *CQ Elettronica*, onde os autores sugerem a utilização do circuito em pequenas motos, ciclomotores e lambretas. A idéia original é a de alimentar auto-rádios de 12 V por meio do alternador de 6 V comumente encontrado nesses veículos.**

**Mas não é lógico restringir um circuito tão prático e simples a uma única aplicação; sempre que for necessário alimentar algum equipamento que exija 12 V regulados, a uma corrente máxima de 1,2 A, e apenas 6 Vca estiverem disponíveis, a solução é usar este elevador de tensão.**

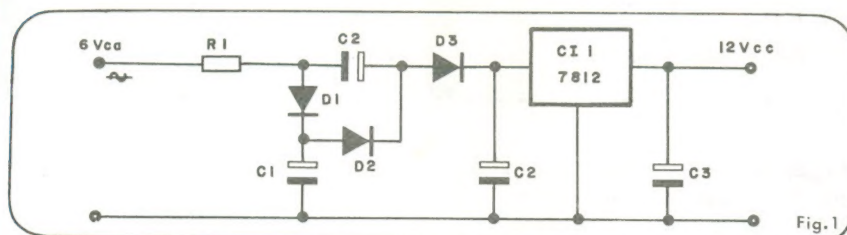
Não há muito mais o que dizer sobre o circuito proposto, por isso vamos passar diretamente à análise do seu esquema, que aparece na figura 1.

Podemos dividi-lo, então, em duas partes distintas: multiplicador de tensão e es-

tabilizador-regulador de tensão. A primeira parte, formada por R1, D1, C1; D2, C2 e D3, C3, recebe a tensão alternada produzida pelo sistema elétrico do veículo (ou por um transformador), a um valor de 6 V, e a retifica, ao mesmo tempo em que a

eleva para cerca de 18 V. Essa última tensão passa então para a segunda parte do circuito, formada por CI1 e C4, onde o integrado regulador (tipo 7812 ou equivalente) a estabiliza em 12 V, com um consumo máximo de 1,2 A.

As dimensões de nosso protótipo eram de 65 por 95 mm, o que permitiu sua instalação em praticamente qualquer lugar. Porém, aqueles que desejarem adotar alguma outra solução de montagem, podem fazê-lo sem problemas, já que a disposição dos componentes não é crítica. De qualquer modo, nossa sugestão para a placa de circuito impresso aparece na figura 2.





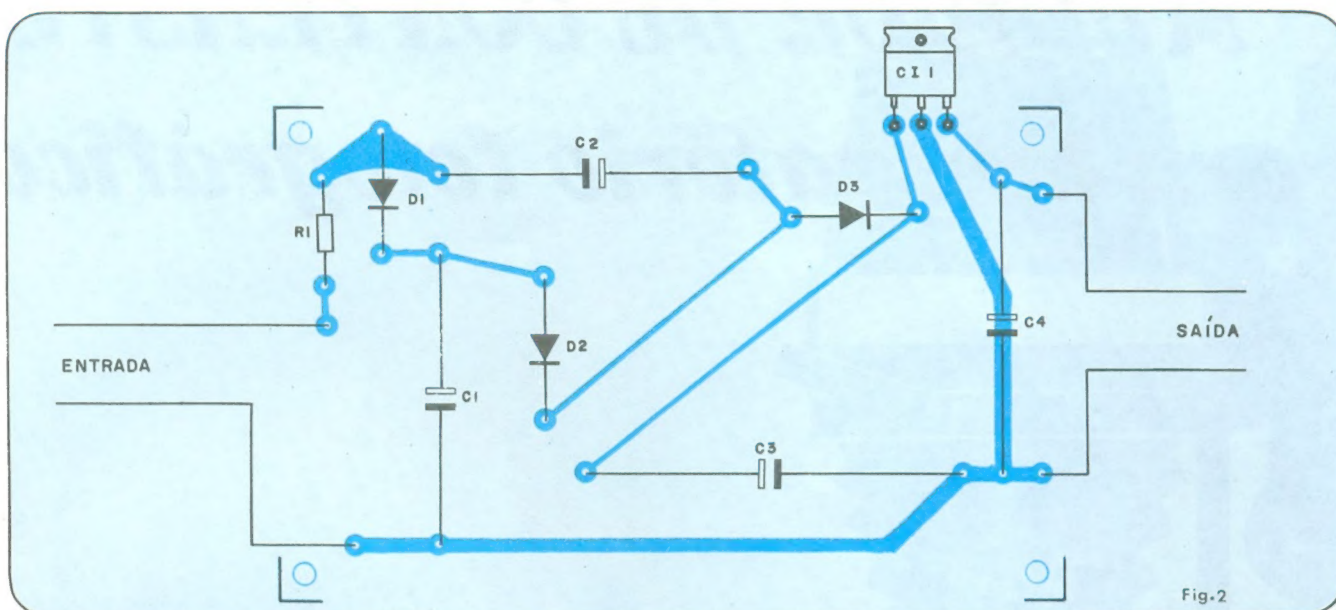


Fig. 2

A título de observação, informamos que o CI regulador de tensão deve ser montado sobre um dissipador adequado (em nosso protótipo, o dissipador de alumínio tinha uma espessura de 1,5 mm e media 95 x 40 mm). A área de contato entre CI1 e o dissipador, lembrem-se, deve receber uma certa quantidade de graxa de silicone, a fim de garantir uma melhor transmissão de calor.

### Crítérios para o dimensionamento do triplicador de tensão

No circuito, o resistor R1 tem a função de limitar os elevados picos de corrente que freqüentemente surgem em circuitos retificadores, quando estão envolvidos altos valores de capacitância, como é o nosso caso. O valor desse resistor, em geral, situa-se entre 1 e 2 ohms, devendo ser capaz de dissipar uma potência superior ao produto  $R1 \times I^2$ , onde I é a corrente absorvida pela carga máxima a ser conectada à saída do conversor.

O valor dos capacitores C1, C2 e C3 deve ser de 3000  $\mu F$ , ao menos, por ampère de corrente absorvida. Porém, como os eletrolíticos disponíveis comercialmente apresentam uma tolerância de -50% a +100%, seria oportuno aumentar essa capacitância para 4700  $\mu F$  por ampère, como fizemos nós. Assim, no pior caso, com uma tolerância de -50%, um capacitor de 4700  $\mu F$  será de 2350  $\mu F$ , na verdade.

No que se refere à tensão de trabalho desses capacitores, eles serão submetidos aos seguintes valores:  $V_{C1} = 1,41$  V;  $V_{C2} = 2,82$  V;  $V_{C3} = 4,23$  V, onde Va é o

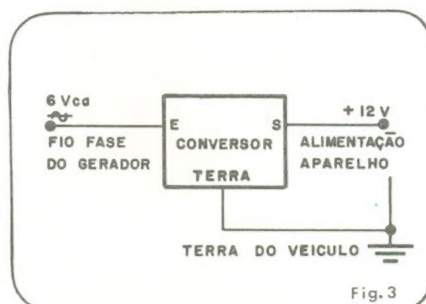


Fig. 3

valor eficaz da tensão de alimentação. Deve-se levar em conta, contudo, que a tensão de entrada pode vir a ser um pouco mais alta que a nominal, o que irá refletir sobre a tensão de trabalho dos capacitores. É conveniente, portanto, arredondar os resultados para valores comerciais mais altos.

valor calculado	valor arredondado
$V_{C1} = 1,41 \times 6 = 8,46$ V	10 a 12 V
$V_{C2} = 2,82 \times 6 = 16,92$ V	25 V
$V_{C3} = 4,23 \times 6 = 25,38$ V	35 V

Os diodos utilizados são do tipo normal, de silício, para correntes iguais ou maiores que 2 A.

### Instalação do conversor

Instalar o conversor é coisa bastante simples. Caso ele venha a ser usado na bancada, dispensa qualquer comentário. Para uso nos veículos citados, o procedimento não apresenta dificuldades, pois a

placa do conjunto possui apenas 3 terminais, sendo um de entrada, um de saída e um para a massa, ligado em algum ponto da carcaça do veículo (veja figura 3).

O terminal de entrada deve ser ligado ao sistema elétrico, onde esteja presente a tensão de 6 V, alternada; sugerimos o circuito de iluminação, antes do interruptor dos faróis. Note que é preciso usar, nessa ligação, o fio fase e não o fio neutro (ou massa) do alternador. O terminal de saída, por sua vez, vai ligado ao positivo do aparelho que se quer alimentar.

### Duas observações importantes

O circuito proposto funciona muito bem, mas é preciso ter sempre em mente suas limitações:

- Sua corrente máxima de saída, determinada pelo regulador integrado, que é de 1,2 A;
- A corrente máxima que o alternador de seu veículo ou seu transformador pode fornecer sem problemas.

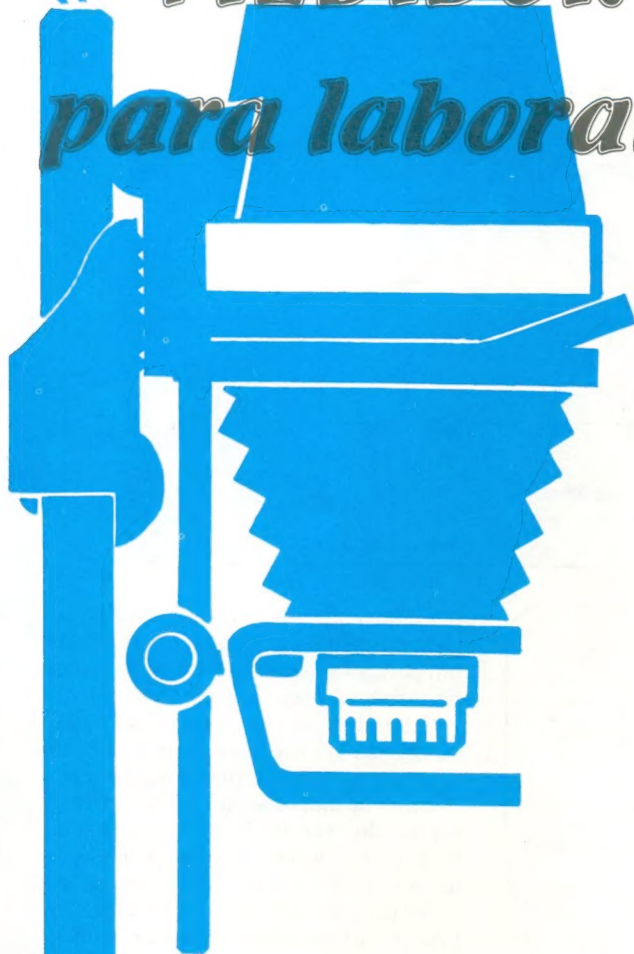
Observando esses cuidados, o elevador de tensão lhe será muito útil, sem dores de cabeça.

**Bibliografia:** *The Radio Amateurs Handbook 1980, ARRL*  
*Voltage Regulators Handbook*  
— National Semiconductors

© Copyright CQ Elettronica  
tradução: Juliano Barsali



# *MEDIDOR DE CONTRASTE* *para laboratório fotográfico*



Equipe técnica Nova Eletrônica

*O custo do material fotográfico, hoje em dia,  
não nos permite fazer experiências a fim de  
determinar qual o melhor tipo de papel sensível  
para cada negativo.*

*O medidor de contraste aqui descrito,  
porém, poderá poupar muito tempo  
e material em nossas atividades fotográficas,  
especialmente entre os amadores da área.*

Quem mexe com fotografia sabe que existem vários tipos de papel sensível, padronizados em uma numeração de 1 a 5, que devem ser usados de acordo com o negativo P & B, a fim de se obter o efeito desejado nas cópias. Todo fotógrafo tem pelo menos uma idéia do que significa o contraste apropriado para cópias fotográficas em preto e branco, que, "casado" ao papel adequado, resulta em fotos de boa qualidade técnica e até artística.

Profissionais já tarimbados costumam escolher o papel apropriado para seus negativos usando o "olhômetro". O mesmo pode não ocorrer, entretanto, com principiantes ou hobbistas, que na falta de um instrumento adequado, tem que tentar descobrir o melhor papel para cada caso pelo método da tentativa e erro, mais conhecido como "chute".

Usando-se um medidor de contraste, pode-se eliminar por completo tais experiências custosas e infelizes. Por meio dele, é possível saber diretamente o grau de contraste padrão para cada negativo, obtendo-se assim cópias excelentes já na primeira tentativa.

## **Mais detalhes**

O circuito do medidor (figura 1) é formado basicamente por um operacional tipo 741, operando como seguidor de tensão, e por um fototransistor tipo TIL 78, atuando com elemento sensor de luz. Caso o fototransistor esteja um pouco acima de suas possibilidades monetárias, a alternativa é utilizar um transistor comum, como o 2N2222, com o topo cortado, e o efeito será praticamente o mesmo.



## Utilização

O medidor apresentado dispensa calibração prévia, podendo ser utilizado logo após a montagem. Sua escala já está calibrada em graus de contraste, com uma precisão razoável.

Para colocá-lo em ação, instale um negativo no ampliador e focalize-o normalmente no porta-papel. Posicione, primeiramente, o elemento sensor sob a área com o máximo de iluminação, que irá corresponder ao  $d_{\text{máx}}$ , ou seja, à máxima densidade de sombra na cópia; em seguida, ajuste o medidor de contraste para a maior leitura possível.

Mova, então, o elemento sensor para o ponto de mínima iluminação, ou  $d_{\text{min}}$ , que deverá corresponder à porção mais iluminada da cópia. Feito isto, basta ler o grau adequado de papel na escala do medidor.

Vamos supor, o título de exemplo, que o ponteiro do medidor tenha parado na posição "2". Se você adotar o papel de grau 2, obterá uma cópia com o grau de contraste padrão; agora, se você desejar um pouco mais de contraste, deverá empregar papel tipo 3. E se o ponteiro estacionar entre o 2 e o 3, selecione o último para obter uma cópia com um contraste um pouco além do padrão; caso contrário, se o desejado for um efeito mais suave, a solução é o papel 2.

## Lista dos componentes

*C1, C2* — 100  $\mu\text{F}$ , 25 V, eletrolíticos

*L1* — lâmpada piloto, tipo pingo d'água, 12 V.

*M1* — miliamperímetro, 0—1 mA, CC

*R1* — 500 k, potenciômetro linear

*R2* — 10 k,  $\frac{1}{2}$  W

*R3* — 47 k,  $\frac{1}{2}$  W

*S1* — chave de um polo/uma posição.

*T1* — transformador: primário 110 V secundário 12 + 12, 100 mA.

*TR1* — fototransistor TIL 78 (veja texto)

*CI 1* — Amplificador operacional 741

*CI 2* — ponte retificadora 50 V, 500 mA.

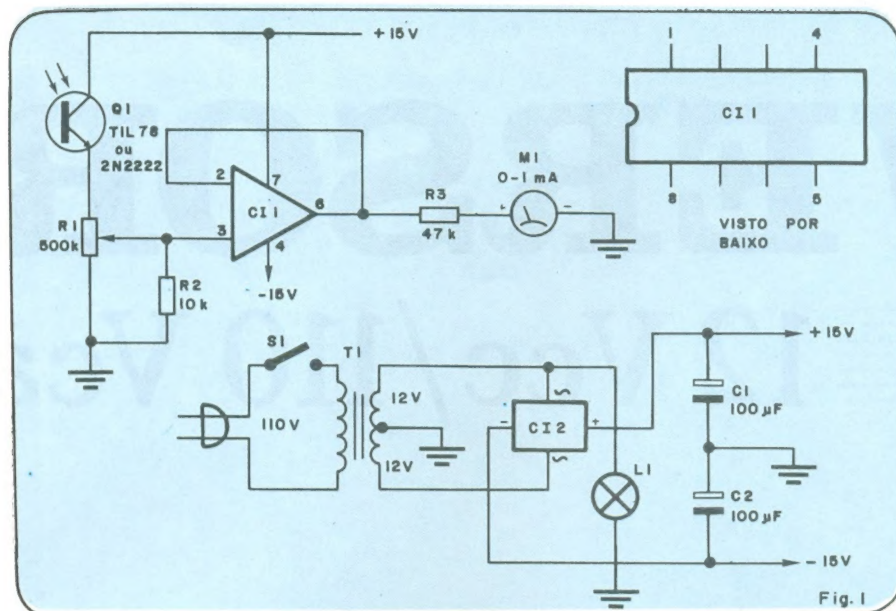


Fig. 1

O circuito impresso sugerido aparece na figura 2; ele foi projetado de forma que a placa possa ser montada por trás do miliamperímetro, que é o instrumento de medida do aparelho, facilitando assim a montagem e o acondicionamento do mesmo. Dependendo do miliamperímetro, poderão ser necessárias algumas modificações; de qualquer modo, a placa apresentada serve de ponto de partida.

Uma vez que o aparelho deve ser usado em câmara escura, convém instalar uma lâmpada piloto no interior do instrumento, por trás da escala (por isso, deve-se prever um material translúcido para a

confeção da mesma). Essa lâmpada pode ser do tipo pingo d'água, de 12 V.

Como você já deve ter percebido, será preciso trocar a escala original do miliamperímetro pela que fornecemos, em tamanho natural, na figura 3. Quanto ao sensor (fototransistor ou transistor comum com o topo serrado), deve ser instalado no interior de uma tampa plástica, do tipo utilizado em aerossóis e de preferência na cor preta. Faça um furo na parte superior da tampa, com um diâmetro que permita a passagem do sensor, mas que também o mantenha firmemente preso. Se necessário, aplique um pouco de cola epóxi, a fim de fixar melhor o transistor.

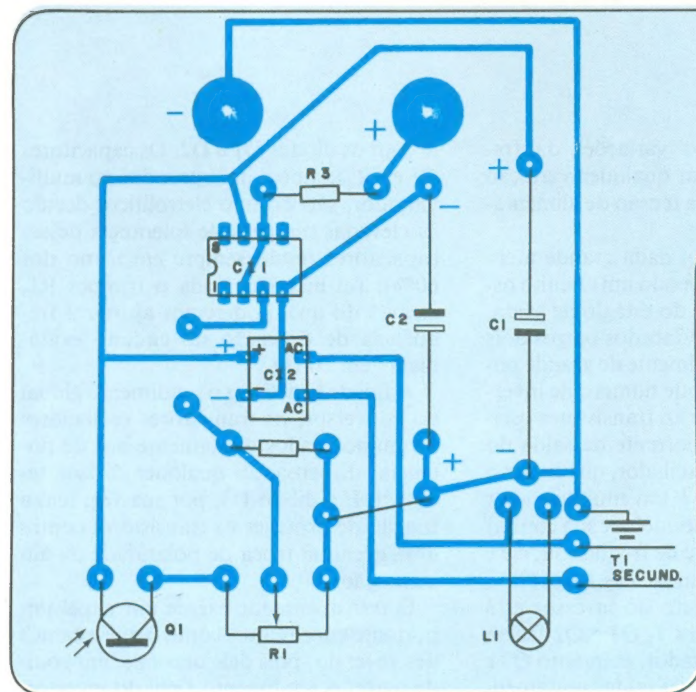


Fig. 2

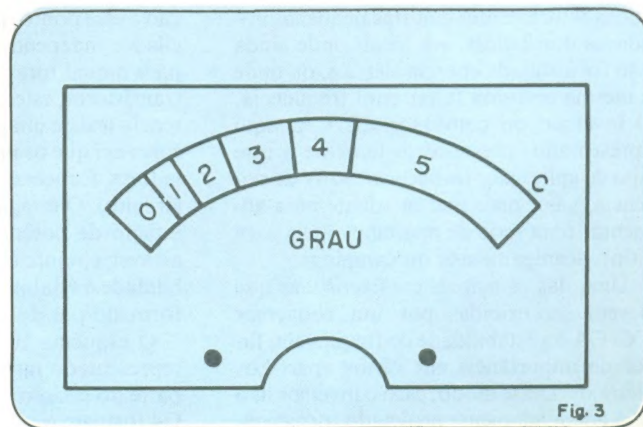


Fig. 3



# INVERSOR

 12 Vcc/110 Vca

 PARA PEQUENOS AP

*Ótimo companheiro em acampamentos ou em faltas prolongadas de energia, este inversor é capaz de alimentar qualquer aparelho que não consuma mais de 30 W, a partir de qualquer bateria de 12 V para automóvel.*

Tirando proveito de uma bateria comum de automóvel, que nos fornece 12 V em corrente contínua, podemos obter facilmente os 110 V/60 Hz que precisamos para alimentar barbeadores elétricos, lâmpadas fluorescentes e outras pequenas utilidades domésticas, em locais onde ainda não foi instalada energia elétrica, ou onde a mesma costuma faltar com frequência. O inversor, ou conversor CC/CA, aqui apresentado, presta-se justamente a esse tipo de aplicação: fornece até 30 W de potência, valor mais que suficiente para alimentar uma série de aparelhos úteis para sítios, acampamentos ou campings.

Uma das principais características que devem ser exibidas por um conversor CC/CA é a estabilidade de frequência, fator de importância em vários aparelhos elétricos. Desse modo, caso o inversor não seja adequadamente projetado, provavel-

mente irá apresentar variações da frequência de saída com qualquer variação da carga e também da tensão de alimentação.

Em nosso caso, foi dada grande atenção a esse ponto, prevendo um circuito oscilador independente do estágio de saída, para o qual foram destacados outros dois transistores, estes realmente de grande potência (existe um grande número de inversores em que os próprios transistores osciladores fornecem a corrente de saída do circuito). O estágio oscilador, que excita o estágio de potência, é um multivibrador astável, circuito conhecido por sua confiabilidade e estabilidade de frequência; ele é formado por dois transistores BD 140.

O esquema completo do inversor está representado na figura 1. Q1 e Q2 fazem parte do estágio excitador, enquanto Q3 e Q4 formam o estágio de saída, juntamen-

te com os diodos D1 e D2. Os capacitores C1 e C2, também incorporados ao multivibrador, são do tipo eletrolítico; devido às elevadas margens de tolerância desses capacitores (estão sempre em torno dos 60%), foi incluído ainda o trimpot R1, através do qual poderemos ajustar a frequência de operação do circuito exatamente em 60 Hz.

A fim de beneficiar o rendimento global do conversor, os transistores osciladores foram acoplados diretamente aos de potência, dispensando qualquer divisor resistivo. E o diodo D3, por sua vez, tem a função de proteger os transistores contra uma eventual troca de polaridade na alimentação.

O transformador exerce um papel importante em circuitos como o que estamos descrevendo, pois dele depende, em grande parte, o rendimento final do inversor.



# INVERTER

12 Vcc / 110 Vca

## ARELHOS ELÉTRICOS

O modelo escolhido por nós é o de 110 V para 12 + 12 V, com cerca de 4 A de capacidade; naturalmente, no conversor ele é ligado ao contrário, de maneira a fornecer 110 V através de seu primário. Selecione um modelo equivalente de um bom fabricante, pois a qualidade do núcleo e do enrolamento irá influir bastante no desempenho de seu conversor.

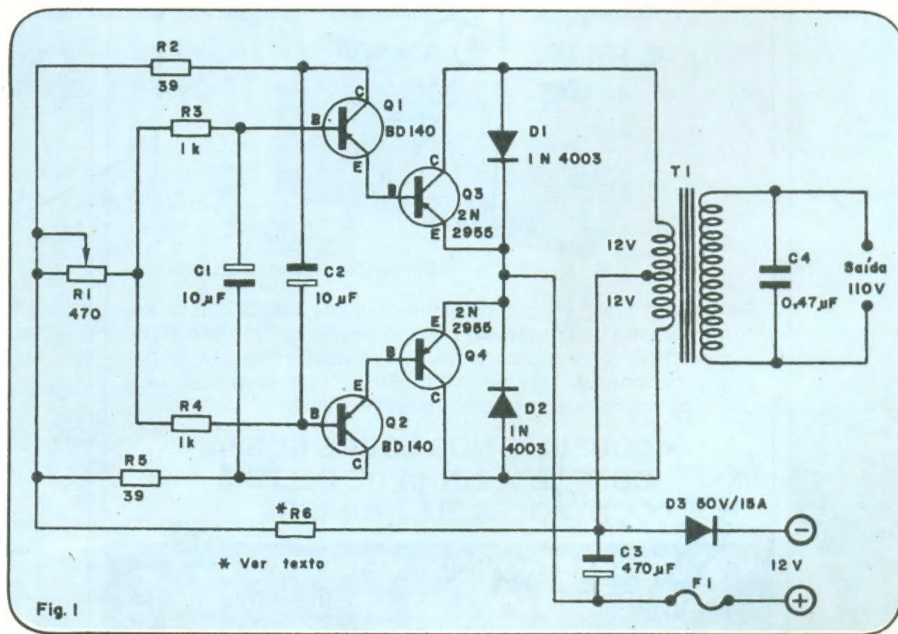
O circuito todo foi projetado com base em transistores tipo PNP, como se pode observar; contudo, é perfeitamente possível substituir os tipos sugeridos por transistores NPN, mediante algumas alterações de polaridade. Assim sendo, Q1 e Q2 podem ser trocados por dois 2N1711, enquanto Q3 e Q4 passam a ser 2N3055. Simultaneamente, é preciso lembrar de inverter a ligação dos capacitores eletrolíticos e dos três diodos. Não esqueça, também, de inverter a alimentação (ou seja, os terminais de bateria), conectando o pólo positivo a D3 e o negativo aos emissores de Q3 e Q4.

### Sugestões para a montagem

A placa de circuito impresso desenvolvida para o conversor aparece na figura 2. Como se pode ver, ela abriga apenas o estágio do multivibrador, já que os transistores de saída devem ser montados sobre dissipadores adequados e ligados ao restante do circuito por meio de fios encapa-

dos. Aproveitando essa montagem de Q3 e Q4, os diodos D1 e D2 podem ser soldados diretamente aos terminais dos mesmos, enquanto D3 vai conectado diretamente ao borne negativo de entrada (no caso da versão com transistores PNP, lembre-se). Os capacitores C3 e C4, por sua vez, podem ser soldados junto aos bornes de entrada e saída, respectivamente.

O conjunto todo pode ser acondicionado em uma caixa padronizada, escolhida entre as inúmeras que existem no comércio especializado. Se alguma parte da caixa for metálica (em alumínio, de preferência), pode ser aproveitada como dissipador de calor dos dois transistores de saída. Certifique-se apenas de que a chapa metálica tenha uma boa espessura e isole um





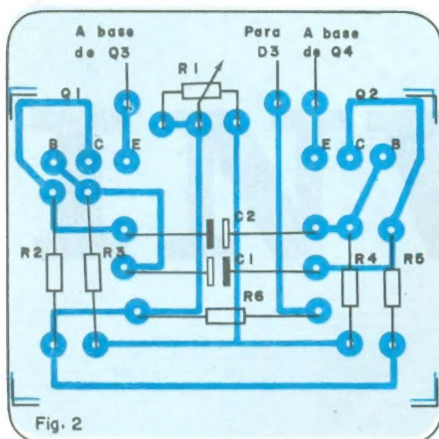


Fig. 2

transistor do outro através dos apropriados isoladores de mica.

Esse tipo de montagem resulta bem mais prática, especialmente na confecção da placa de circuito impresso, pois não é preciso preocupar-se com a passagem de grandes correntes pelos filetes da mesma. Para facilitar as coisas, representamos na figura 3 a disposição de terminais dos transistores adotados em nosso protótipo, versão PNP.

### Ajustes e considerações finais

Uma vez terminada a montagem do conversor, é preciso proceder a dois ajus-

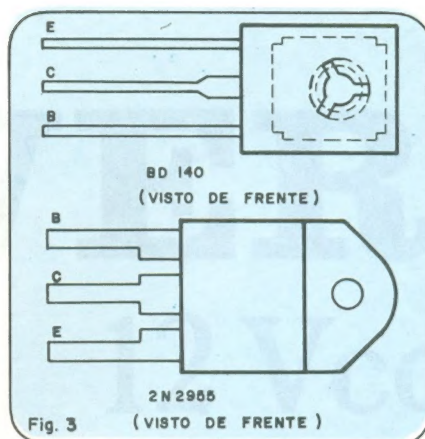


Fig. 3

tes separados, a fim de garantir a frequência e a tensão corretas na saída do mesmo.

A frequência de oscilação do inversor varia de 30 a 100 Hz, de acordo com a posição do trimpot R1 e da tolerância de C1 e C2. Se os aparelhos ou instalações a serem alimentados pelo conversor não exigirem uma frequência exata, como é o caso das lâmpadas fluorescentes, não é necessário realizar este primeiro ajuste. Porém, se a frequência for um fator determinante, basta girar o cursor de R1 até que se atinja os 60 Hz; para medir esse valor na saída, é preciso dispor de um osciloscópio ou de um frequencímetro.

O segundo ajuste refere-se à máxima potência fornecida pelo circuito, determinada, numa calibração fina, pelo resistor R6 (por isso, seu valor não é fornecido na relação de componentes), que pode variar entre 33 e 220 ohms, dependendo das características específicas de cada circuito.

O procedimento, no caso, é um pouco mais complexo: aos bornes de saída do aparelho deve estar ligado um voltímetro CA, enquanto em série com a entrada deve-se conectar um multímetro na escala de 1 A; o objetivo é selecionar um valor de R6 que permita fornecer a máxima tensão de saída com a mínima drenagem de corrente pela entrada.

Deve-se começar pelo menor valor (33 ohms), com resistores de 2 W ou um potenciômetro de fio, e ir subindo até que o ideal seja encontrado. Depois de encontrado e soldado o R6 adequado, convém dar uma nova olhada na calibração de R1 e efetuar os retoques necessários.

Nossa recomendação final refere-se à máxima corrente de saída do inversor. Como dissemos, o limite do circuito gira em torno de 300 mA; por isso, convém observar o aquecimento do mesmo sempre que algum novo aparelho for ligado a ele, a fim de evitar danos ao transformador e aos transistores de saída. Isto pode ser facilmente controlado através de um contato rápido dos dedos com a carcaça dos transistores ou com seu dissipador. Em caso de dúvida, o melhor é utilizar o inversor intermitentemente, com alguns períodos de repouso.

### Relação de componentes

#### RESISTORES

R1 — 470 — trimpot

R2, R5 — 39

R3, R4 — 1 k

R6 — ver texto

Obs.: Todos os resistores em ohms,  $\frac{1}{4}$  W

#### CAPACITORES

C1, C2 — 10  $\mu$ F/25 V — eletrolíticos

C3 — 470  $\mu$ F/25 V — eletrolítico

C4 — 0,47  $\mu$ F/400 V — poliéster

#### SEMICONDUCTORES

D1, D2 — diodos p/ 100 V/1 A  
(1N4003 ou equivalentes)

D3 — diodo p/ 50 V/15 A

Q1, Q2 — transistores BD140 (PNP)

Q2, Q3 — transistores 2N2955 (PNP)

#### VÁRIOS

T1 — transformador 110 V/12 + 12 V  
— 4 A

F1 — fusível de 4 A

Dissipadores para os transistores de saída; bornes, placas de circuito impresso, fios de ligação, caixa para montagem.

## RELES REED METALTEX



Dimensões: 29x11,5x11mm

Relés de contato em gás protetor, com alta velocidade de comutação, para uso direto em circuito impresso. Não são afetados por poeira, oxidação, gases corrosivos ou explosivos, por serem hermeticamente fechados. Fornecidos com 1, 2 ou 3 contatos normalmente abertos ou reversíveis.

• **CONSULTE-NOS SOBRE NOSSA  
COMPLETA LINHA DE RELÉS E  
CONTROLES ELETRÔNICOS**

**PRODUTOS ELETRÔNICOS METALTEX LTDA.**

Av. Dr. Cardoso de Mello, 699 - 04548 - São Paulo - SP  
Tels.: (011) 61-2714, 240-2120, 241-7993, 241-8016





# Um amplificador estéreo para fone de ouvido

Everaldo R. Lima

*Na era dos fones de ouvido, um prático circuito, empregando apenas um integrado, vem a calhar para os audiófilos que desejam acrescentar mais esse recurso ao seu equipamento.*

Não são raras as ocasiões que desejamos nos isolar do ambiente e “curtir” egoisticamente um belo som, com um par de fones de ouvido. O problema é que, muitas vezes, o próprio ambiente é barulhento demais até para isso; em outros casos, o volume de saída de certos equipamentos de som não é suficiente para excitar com fidelidade os fones, exigindo então um amplificador adicional. Além disso, estamos em pleno auge dos fones abertos, ou seja, desprovidos das almofadas isolantes que envolvem completamente os ouvidos, que nos deixam permanentemente em contato com o ambiente que nos cerca.

A única solução, nesses casos, consiste em se adotar um estágio de potência para os fones. Se pudermos montá-lo nós mesmos, tanto melhor; podemos assim economizar para investir em outras peças da aparelhagem. Nosso amplificador de potência para fones é bastante simples, pois os dois canais do estágio amplificador encontram-se embutidos em um único circuito integrado de áudio.

## Funcionamento

O integrado que usamos para o nosso projeto (Fig. 1) é um amplificador de uso geral da Fairchild, 4136, que contém quatro amplificadores operacionais no mesmo encapsulamento. Este circuito pode ser substituído, sem nenhuma modificação, e mantendo suas características, pelo LM 324 ou por dois 741.

A configuração utilizada é a de amplificador inversor, conforme mostramos na figura 2. O ganho deste circuito é dado pela fórmula:

$$G = \frac{R_2}{R_1}$$

Desejamos uma potência de 1 watt para excitarmos o fone de ouvido (potência suficiente para um volume elevado).  $R_1$  e  $R_2$  foram escolhidos de forma que, com uma tensão de entrada de 100 mV e uma impedância de 100 k $\Omega$  na entrada ( $R_1$ ), a ten-

são de saída fosse de 2,8 V<sub>max</sub>. Como a potência vale

$$P = E^2/R$$

onde E é a tensão de saída e R é a resistência da carga, que podemos supor ser 8 $\Omega$ , teremos uma potência de aproximadamente 1 W.

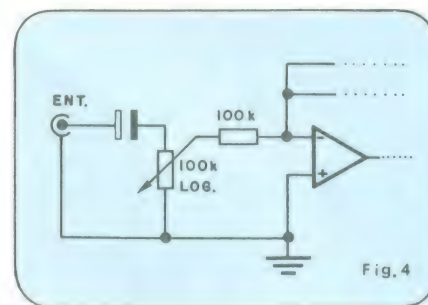
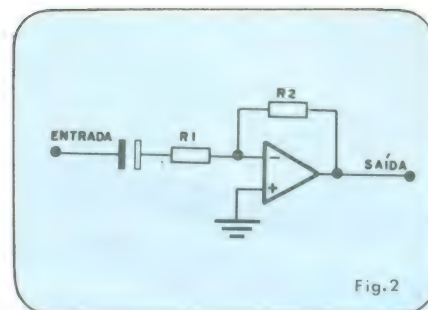
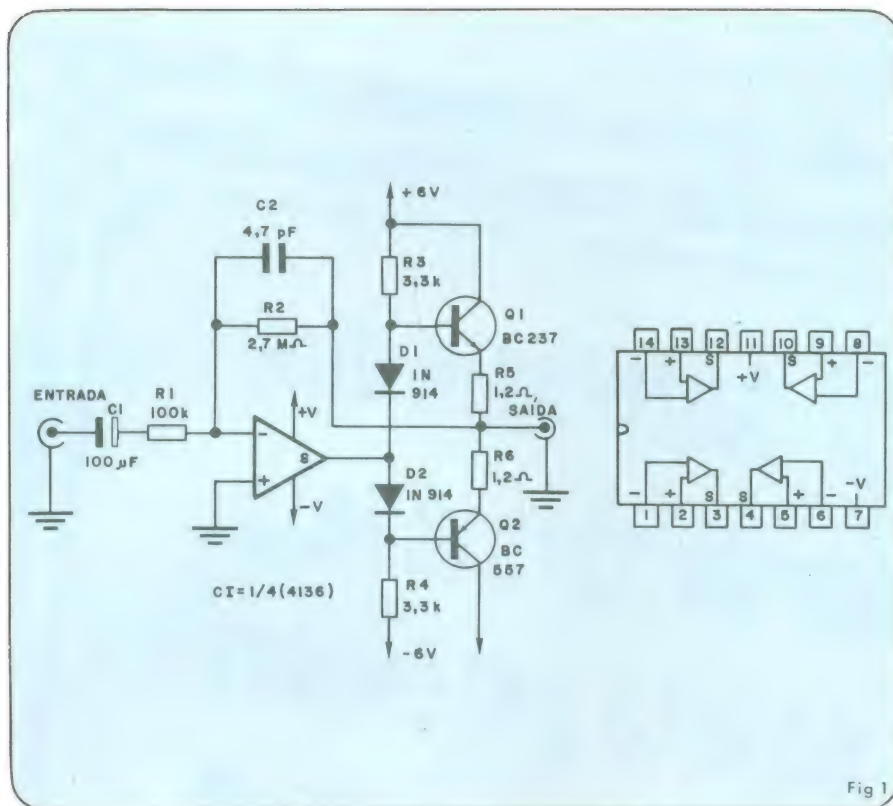
Como a corrente de saída excede os limites do operacional usado, houve a necessidade de acrescentarmos um *buffer* na saída do mesmo, composto por  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $D_1$  e  $D_2$ . Os diodos servem para eliminar a distorção de *crossover*, presente em circuitos dessa classe.

A alimentação do circuito pode ser feita com pilhas ou com uma fonte de alimentação, conforme mostramos na figura 3.

## A montagem

O reduzido número de componentes desse amplificador deve eliminar quase que completamente a possibilidades de enganos durante a montagem.





## Instalação

O amplificador pode ser ligado logo após a etapa de controle de tom em uma instalação convencional, ou, se desejarmos, diretamente da fonte de sinal, caso ela nos forneça pelo menos 50 mV, para uma boa potência nos fones. Nesse caso, devemos incluir um potenciômetro de volume (figura 4).

## Características

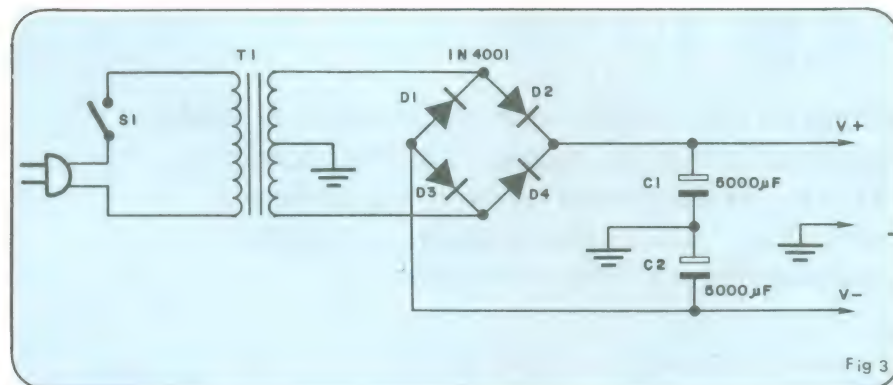
Entrada mínima: 50 mV  
 Entrada máxima: 100 mV  
 Potência máxima: 100 mV  
 Potência máxima: 1W  
 Ganho: 27 vezes  
 Distorção máxima: 0,5%  
 Resposta em frequência: 20 Hz a 20 kHz em  $\pm 1$  dB  
 Impedância de saída mínima: 8Ω

## Lista dos componentes Amplificador (apenas um canal)

R1 = 100 K  
 R2 = 27 k  
 R3, R4 = 3,3 k  
 R5, R6 = 1,2Ω  
 C1 = 100 µF/16V, eletrolítico ou tântalo  
 C2 = 4,7 pF, cerâmico ou poliéster  
 D1, D2 = 1N914  
 Q1 = BC237  
 Q2 = BC557  
 CI = 4136

## Fonte

T1 — Primário: 110/220 V  
 Secundário: 6 + 6 V/500 mA  
 D1 a D4 — 1N4001  
 C1, C2 = 5000 µF/16 V



O circuito impresso é bastante simples de ser feito, uma vez que existem poucos componentes e a montagem não é crítica.

Talvez seja um pouco cansativo recomendar mais uma vez os clássicos cuidados que se deve tomar ao efetuar uma montagem; achamos, porém, que nunca é demais lembrar a polaridade correta dos diodos e capacitores eletrolíticos, a sensibilidade dos integrados ao calor, a conveniência dos soquetes para CIs, a a necessidade de uma minuciosa revisão final da montagem, antes de se ligar o amplificador à alimentação.

A caixa deverá ser metálica, obrigatoriamente. Mas isso não é problema, uma vez que o comércio especializado pode fornecer tais caixas nos mais variados tamanhos possíveis.

## Mais detalhes sobre os fones

O amplificador descrito, como já sabemos, adapta-se perfeitamente a qualquer tipo de fone de ouvido, qualquer que seja sua impedância interna. O modelo de fone também não importa, podendo ser fechado, aberto ou semi-aberto. Os fones abertos são os mais difundidos hoje em dia, pois possuem uma qualidade equivalente ou superior aos demais, são levíssimos (60 ou 70 gramas, em média) e não isolam completamente o ouvinte do ambiente; dessa forma, é possível até manter uma conversa enquanto se ouve música individualizada. Sem falar que os fones em geral são uma alternativa bem mais em conta que um par de caixas acústicas. Tudo isso não justifica o lançamento de um amplificador para fones de ouvido?



# Antologia dos reguladores ajustáveis de alta potência: LM 196 e LM 396

*O desenvolvimento das fontes de alimentação com reguladores de potência pedia reguladores ajustáveis que trabalhassem com altas correntes.*

*Os integrados LM396 e LM196 vieram preencher uma lacuna que vinha sendo sentida por todos aqueles que necessitavam tensões reguladas em potências elevadas.*

Os reguladores ajustáveis de potência já foram vistos por nós na NE 58, no artigo *Os reguladores de tensão ajustáveis prometem uma nova geração de fontes de alimentação*". Neste artigo foram abordados os integrados LM317 e LM338. Os novos integrados, LM196 e LM396, trabalham com alta potência, cobrindo a faixa de tensões de 1,25 V a 15 V e são capazes de fornecer até 10 A continuamente, possuindo todos os dispositivos de proteção dos tipos 317 e 338, inclusive limitação de corrente e limitação térmica. O conjunto destes recursos torna o LM196 e o LM396 praticamente imunes a sobrecargas e curto-circuitos, mesmo que o pino de ajuste seja desligado acidentalmente.

A tensão de saída é continuamente ajustável entre 1,25 e 15 V. Maiores tensões de saída são possíveis se a especificação de máximo diferencial entre tensão de entrada e tensão de saída não for excedida. A corrente máxima de 10 A é disponí-

vel em todas as tensões de saída, desde que não seja ultrapassado o limite máximo de potência (70 W) e a máxima temperatura de junção.

Estes circuitos são bastante simples de serem usados, pois são necessários apenas dois resistores para determinar a tensão de saída. O regulador tolerará as variações extremas produzidas por uma carga reativa.

A faixa de temperatura de trabalho do LM196 é de  $-55^{\circ}\text{C}$  a  $+150^{\circ}\text{C}$  e a do LM396, de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $+125^{\circ}\text{C}$ , sendo esta praticamente a única diferença entre ambos.

## Aplicações

### Circuito típico

O circuito típico de operação está mostrado na figura 1. A tensão de saída é calculada por:

$$V_{\text{out}} = 1,25 \left( \frac{R_1 + R_2}{R_1} \right)$$

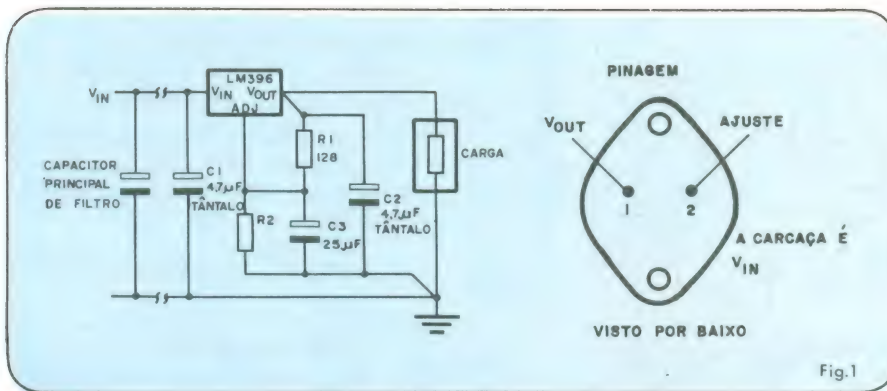
Para um coeficiente de temperatura melhor,  $R_1$  e  $R_2$  podem ser de filme metálico, com 1% de tolerância.

$C_1$  e  $C_2$  não são necessários, salvo em determinados casos (veja item sobre capacitâncias na entrada e saída).

$C_3$  melhora a rejeição de ripple, reduz impedância de saída e o nível de ruído.  $C_2$  deve ser maior que  $1 \mu\text{F}$ , se  $C_3$  for usado.

A figura 2 mostra uma maneira de se reduzir a dissipação de potência do regulador, acrescentando-se uma resistência ( $R_3$ ) entre a entrada ( $V_{\text{in}}$ ) e a saída ( $V_{\text{out}}$ ).  $R_3$  serve para suprir uma parte da corrente da carga. Uma corrente de carga mínima deve sempre ser mantida, a fim de evitar que a tensão de saída seja descontrolada.  $R_3$  deve ser maior que  $(V_{\text{max}} - V_{\text{out}})/I_{\text{min}}$ , onde  $V_{\text{max}}$  é a tensão de saída mais alta,





Aplicação típica

quando se leva em conta o pior caso; e  $I_{\min}$  é a menor corrente de carga. A potência que será dissipada pelo resistor vale:

$$P_R = \frac{(V_{in} - V_{out})^2}{R_3} \text{ Watts}$$

A dissipação de potência do regulador será reduzida de um fator 2 ou 3 numa situação típica, onde a corrente mínima de carga é a metade da corrente máxima. A potência dissipada pelo regulador atingirá o pico em:

$$V_{in} = \frac{R_3 I_{out}}{2} + V_{out}$$

e será igual a:

$$P_{\max} = \frac{R_3 (I_{out})^2}{4}$$

supondo  $R_3 I_{out} \leq V_{\max} - V_{out}$ .

### Reguladores em paralelo

Reguladores em paralelo não são normalmente recomendados devido a diferenças intrínsecas em cada um dos reguladores. Estas diferenças fazem com que os reguladores não conduzam a mesma corrente.

Reguladores podem ser usados numa configuração quase-paralela, se a regulação da carga não for crítica. Os reguladores mostrados na figura 3 dividirão as correntes com uma diferença da ordem de 1 A. Para levar-se em conta o pior caso, supõe-se que esta diferença está em torno de 3 A.

Um amplificador operacional pode ser adicionado, para melhorar a regulação da carga (fig. 4).

### Sistema mestre-escravo

Outra maneira de se ligar vários reguladores está ilustrada na figura 5. Aí, um dos reguladores faz o papel de mestre, que controla os outros, denominados escravos. As mudanças na tensão e na carga, em uma das unidades escravas, não afeta as outras, nem ao mestre. Mudanças no mestre, porém, irão afetar todas as outras unidades.

## Detalhes de projeto

### Dissipação de calor

O circuito LM396 pode fornecer 70 W continuamente, desde que sua temperatura de junção não ultrapasse o seu limite máximo. Para um melhor rendimento do regulador, bem como para sua proteção, é recomendado o uso de um dissipador de calor. O procedimento para escolha do dissipador adequado é a seguinte:

Calcule o pior caso de dissipação da potência média contínua no regulador, através da fórmula:

$$P = (V_{in} - V_{out}) \times I_{out}$$

Considere, por exemplo, 10 V como tensão de saída, com uma tensão nominal de entrada de 15 V. Sob condições de carga plena (10 A), o regulador irá dissipar

$$P = (15 - 10) \times 10 = 50 \text{ W}$$

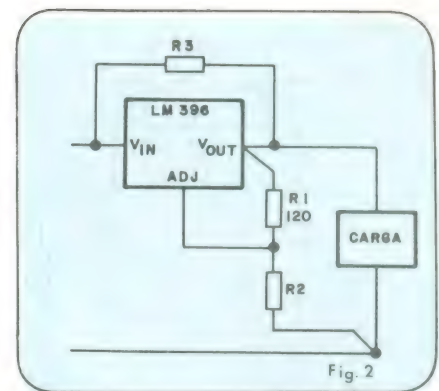
Se a tensão de entrada sofrer uma variação de 10%, e se considerarmos o pior caso (esta variação será sempre para mais), a potência dissipada irá crescer para

$$P = (16,5 - 10) \times 10 = 65 \text{ W},$$

que corresponde a um acréscimo de 30% na potência dissipada.

Diante disso, é conveniente efetuar uma boa filtragem, antes de entregar a tensão ao regulador. Isto pede o uso de um capacitor de filtragem suficientemente grande, para evitar flutuações que elevem em demasia a potência dissipada e, conseqüentemente, o tamanho do dissipador.

Outra consideração é que o LM396 requer no mínimo 2 ou 2,5 V de tensão diferencial para manter a regulação. Se o capacitor for pequeno, as variações de tensão podem levar a tensão diferencial para um ponto onde o CI não possa realizar o controle. Deve-se, ao realizar o projeto, levar em conta que o *ripple* da tensão  $V_{in}$  não deve exceder a  $2 V_{pp}$  quando a fonte estiver sob carga.



Reduzindo a dissipação de potência do regulador.

Após a tensão de alimentação não regulada ter sido determinada e o pior caso de dissipação de potência no LM396 for conhecido, a resistência térmica do dissipador pode ser determinada pelo gráfico da figura 6; as curvas aí representadas fornecem a resistência térmica máxima do dissipador necessário, como função da temperatura ambiente.

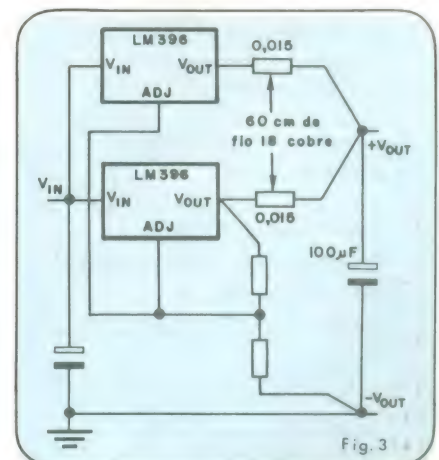
### Rejeição de ripple

A rejeição de *ripple* é função dos efeitos elétricos e térmicos no LM396. Um capacitor no pino de ajuste fará a rejeição de *ripple*, independentemente da tensão de saída e para frequências acima de 100 Hz. Se frequências menores estiverem presentes, o capacitor deverá crescer na razão inversa.

### Regulação da carga

Devido às características do CI, para cargas remotas é necessário proceder à ligação da maneira mostrada na figura 7. A resistência  $R_1$  é colocada o mais próximo possível dos pinos do CI e a resistência efetiva entre o regulador e a carga vale:

$$R_e = R_w \times \frac{(R_1 + R_2)}{R_1}$$



Reguladores em paralelo.



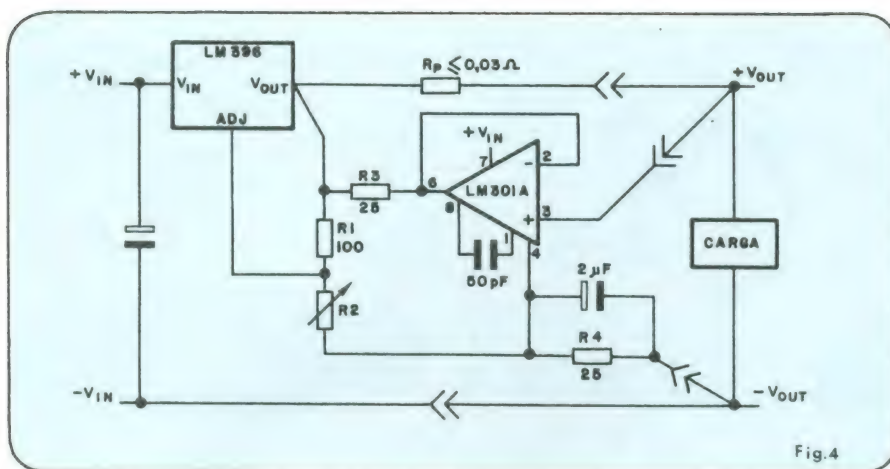


Fig. 4

Reguladores acoplados na forma mestre-escrevo

$R_e$  = resistência efetiva

$R_w$  = resistência de linha

A regulação térmica da carga, como a elétrica, precisa ser determinada quando se usa reguladores integrados. A regulação elétrica ocorre em microssegundos, a regulação térmica conveniente para extinguir gradientes térmicos ocorre entre 0,2 ms e 20 ms, e a regulação conveniente pa-

ra temperaturas excessivas ocorrerá entre 20 ms e 20 minutos, dependendo da constante de tempo do dissipador de calor usado. A regulação do gradiente de carga é calculada por:

$$\Delta V_{out} = (V_{in} - V_{out}) \times (\Delta I_{out}) \times \beta$$

$\beta$  = Regulação térmica especificada no

conjunto de dados do manual (ver tabela das características elétricas).

Para  $V_{in} = 9V$ ,  $V_{out} = 5V$ ,

$\Delta I_{out} = 10A$  e  $\beta = 0,005\%/W$ .

Isto produz uma variação de 0,2% na tensão de saída. Mudanças na tensão de saída devido a temperaturas altas podem ser calculadas por

$$\Delta V_{out} = (V_{in} - V_{out}) \times (\Delta I_{out}) \times T_c \times (\Theta_{JA})$$

onde:  $T_c$  = coeficiente de temperatura da tensão de saída

$\Theta_{JA}$  = resistência térmica da junção para o ambiente.  $\Theta_{JA}$  é aproximadamente  $0,5^\circ C/W + \Theta$  do dissipador de calor.

## Regulação da linha

A regulação elétrica da linha é muito boa para os CIs 196 e 396, geralmente inferior a 0,005%. Este nível de regulação, no entanto, se refere às condições de baixa corrente. Para altas correntes, deve-se levar em conta os efeitos térmicos.

## Características elétricas

Todas as especificações levam em conta que  $T_j = 25^\circ C$ ,  $V_{in} - V_{out} = V$ ,  $I_{out} = 10$  mA a 10 A, salvo ressalva em contrário. Os valores entre parênteses referem-se ao LM196.

Parâmetro	Condição	LM396 (196)			
		Min	Tip	Máx	Unid
Tensão de referência	$I_{out} = 10$ mA	1,23 (1,24)	1,25	1,27 (1,26)	V
Tensão de referência (pior caso)	$3V \leq (V_{in} - V_{out}) \leq 20V$ $10mA \leq I_{out} \leq 10A$ $P \leq P_{max}$ Máxima temperatura	1,21 (1,22)	1,25	1,29 (1,28)	V
Regulação de linha	$2,5 \leq (V_{in} - V_{out}) \leq 20V$ Máxima temperatura		0,005	0,02 (0,01)	%/V
Regulação de carga	$10mA \leq I_{out} \leq 10A$ Máxima temperatura			0,1 0,15	%/A %/A
Rejeição de ripple	$C_{ADJ} = 25 \mu F$ Máxima temperatura	66 (60) 54	74		dB
Regulação térmica	$V_{in} - V_{out} = 5V$ , $I_{out} = 10A$		0,003	0,015 (0,005)	%/W
Coeficiente de temperatura para a tensão de saída média	$T_{jmin} \leq T_j \leq T_{jmax}$ (veja curvas para limites)		0,003		%/°C
Corrente do pino de ajuste			50	100	μA
Variações na corrente do pino de ajuste	$10mA \leq I_{out} \leq 10A$ $3V \leq V_{in} - V_{out} \leq 20V$ $P \leq P_{max}$ (Max. Tem)			3	μA
Corrente mínima de carga	$2,5V \leq (V_{in} - V_{out}) \leq 20V$			10	mA
Limite de corrente	$3V \leq (V_{in} - V_{out}) \leq 20V$ $V_{in} - V_{out} = 20V$	10 1,5	14 3	20 8	A A
Ruído de saída (RMS)	10Hz a 10kHz		0,001		% $V_{out}$
Estabilidade em longos períodos	$T_j = 125^\circ C$ , $t = 1000$ horas		0,3	1,0	%
Resistência térmica entre a junção e a carcaça	Circuito de controle Transistor de potência		0,3 1,0	0,5 1,2	°C/W °C/W
$P_{max}$	$7,0V \leq V_{in} - V_{out} \leq 12$ $V_{in} - V_{out} = 15V$ $V_{in} - V_{out} = 18V$	70 50 36	100		W W
Tensão diferencial mínima de funcionamento a plena carga	$I_{out} = 10A$		2,1	2,5	V



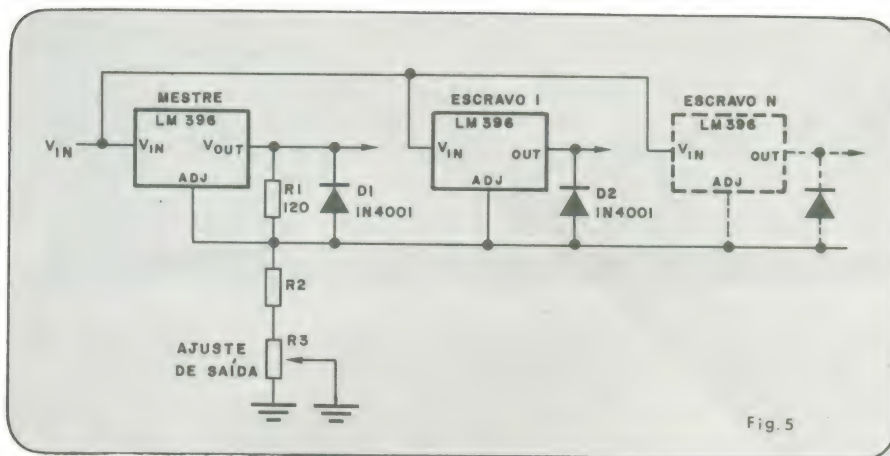


Fig. 5

Correção para perdas na linha

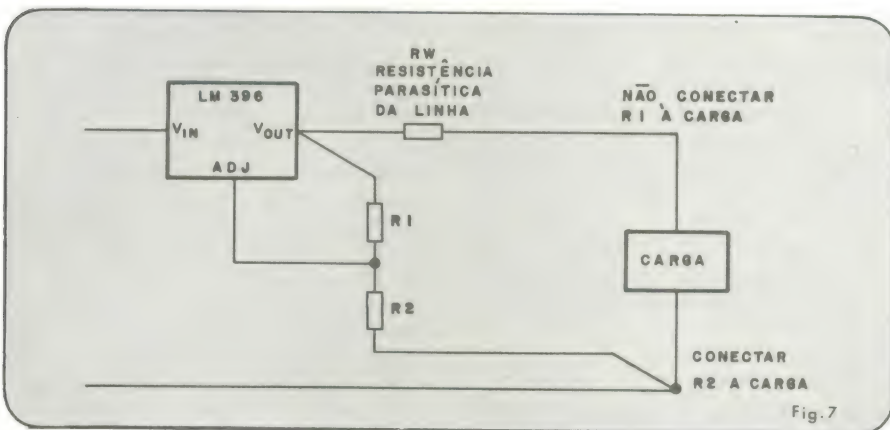


Fig. 7

Maneira mais adequada de fazer as conexões.

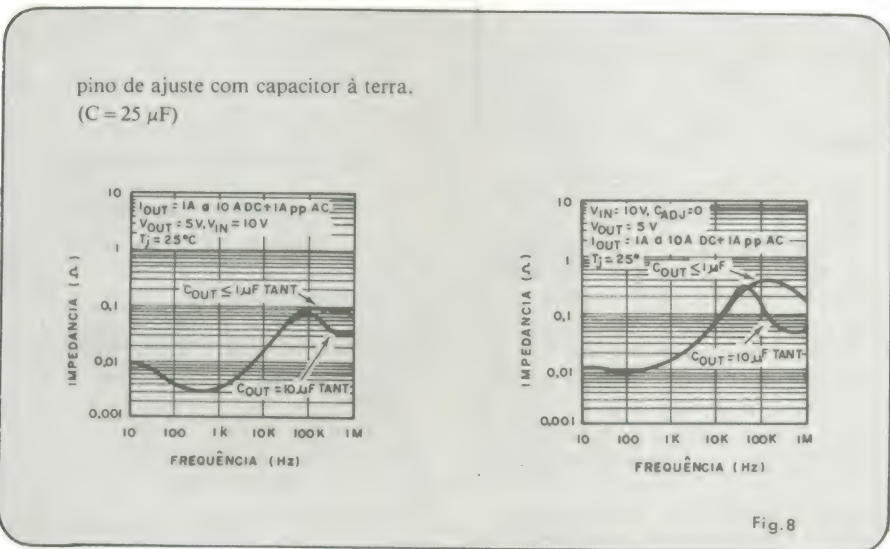


Fig. 8

Impedância de saída

### Capacitores de entrada e saída

O LM396 aceita uma grande variedade de valores para capacitores de entrada e saída, mas cabos muito longos e baixas capacitâncias podem causar problemas. Se um capacitor de saída for usado, ele deve ter pelo menos  $1 \mu F$  de capacitância. Um capacitor de  $10 \mu F$ , de tântalo, é recomendado se ocorrer baixa impedância em altas

frequências (fig. 8). Este capacitor deve ficar tão próximo do regulador quanto possível, para se evitar o efeito indutivo das ligações e fiações.

Capacitores de entrada não são necessários, se o regulador estiver a uma distância menor que 15 cm da fonte de alimentação. Para ligações mais longas, um capacitor de  $4,5 \mu F$  ou mais deve ser ligado o mais próximo possível do regulador.

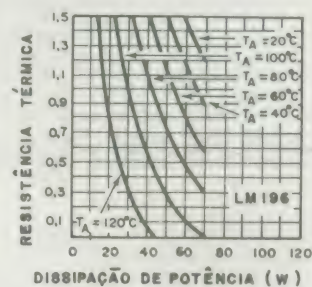


Fig. 6

Resistência térmica máxima do dissipador de calor.

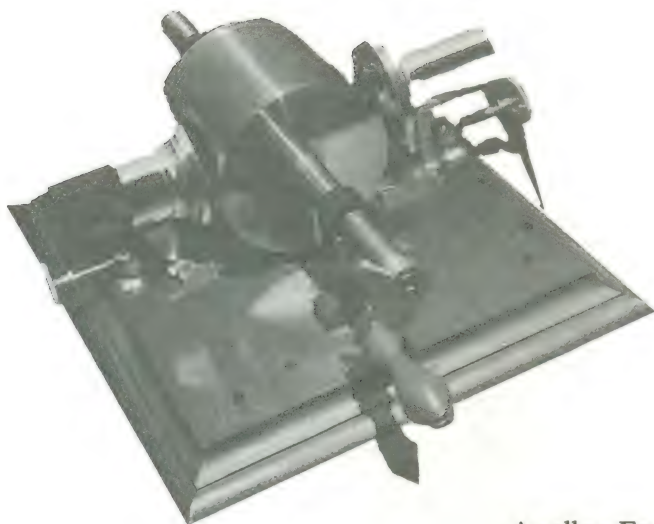
**Lay-Out  
Arte Final  
Fotolitos  
Circuitos Impressos**

**Qualidade  
Rapidez  
Confiabilidade  
Garantia de Serviços**

**ELECTRODESIGN S/C LTDA**

Rua Bandeira Paulista, 164  
Cep. 04532 S.P.  
Fone: 64-5059





# Estórias do tempo da galena

Apollon Fanzeres

---

## Colecionadores de rádios antigos

---

Colecionar coisas antigas é, além de passatempo, uma atividade instrutiva e lucrativa. No que diz respeito à rádio-eletricidade, ignoramos se aqui no Brasil existe algo organizado, seja oficial ou particular. Em outros países existem vários museus e organizações privadas que buscam adquirir rádios, telefones, transmissores dos velhos tempos. Há pouco, recebemos uma carta de um colecionador americano que desejava comprar equipamentos de rádio anteriores a 1926, principalmente das marcas Lorenz, Marconi e Siemens.

Quem ainda terá, por exemplo, aqueles alto-falantes da Philips, denominados “chapéu chinês”, que eram magnéticos e cujo cone consistia de um papel pintado, assemelhando-se a um chapéu oriental? E será que alguém ainda possui um dos primeiros Telefunken que aqui aportaram, em gabinete de madeira vermelha, com três válvulas e dotado de corneta acústica? Pois essas peças antigas são muito valiosas e por todo esse Brasil deve haver muita coisa interessante. E agora que as publicações de eletrônica — as mais progressistas, naturalmente — estão adotando a política que lançamos, tal como a “feira da eletrônica” e os clubes, é chegada a hora de lançarmos uma intensiva busca para descobrir o que há de antigo e valioso em matéria de rádios e componentes que sejam anteriores a 1930 (qualquer novidade nesse sentido pode ser comunicada diretamente ao autor, à caixa postal 2483 - Rio de Janeiro - RJ).

Quem sabe se lá pelo interior de Mato Grosso, do Amazonas ou mesmo de Goiás, onde funcionaram antigas empresas estrangeiras, não existirá um antigo receptor *Gamages of Holborn*, de 2 válvulas, ou até o *Gamages* de cristal de galena, que utilizava o famoso *Permanite crystal*? Este receptor, a fim de assegurar o melhor ponto de contato da agulha com o cristal de galena, utilizava um sistema de cigarra, que, acionada, produzia um sinal com o qual era possível localizar mais facilmente o ponto sensível.

Outra preciosidade é o *Everyman-four*, receptor que possuía um estágio de RF neutralizado, com uma válvula DE5B, e bobinas de 7,5 cm de diâmetro, enroladas com fio Litz. Um modelo desse rádio pode ser visto no Museu de Ciência de Londres.

---

## O antecessor do radar

---

Não fora o “vendaval” destrutivo que arrebatou todo o meu arquivo, instrumentos de laboratório e quase 6 mil livros técnicos, certamente poderia dar melhor contribuição aos leitores da NE nesta seção; sendo assim, tenho que recorrer à minha memória para escrever estas linhas. Felizmente, memória é algo que não pode ser arrebatado; pode ser destruída, juntamente com o indivíduo, mas não pode ser levada por outros...

Creio que foi no ano de 1897 que se pensou, pela primeira vez, em utilizar ondas como auxílio na orientação de barcos. Não eram, porém, ondas de rádio, e sim ondas sonoras. Durante os dias de intenso nevoeiro, no mar, os navios costumavam fazer soar uma sirena (chamada de *fog horn*), e esse invento consistia de uma estrutura parecendo uma antena de radar, montada na parte mais alta de um mastro giratório e contendo dois tubos acústicos.

A parte convexa da estrutura atuava como refletor e levava aos tubos acústicos o som captado das sirenas de outras embarcações, permitindo, pelo movimento giratório, determinar a direção de onde soava a sirena mais próxima. Era algo assim como a audição estereofônica e procurava evitar colisões entre os barcos, no nevoeiro.

Para os que não acreditam no que foi dito, sem provas, aqui vai uma: esse aparelho foi instalado, na época, a bordo do navio *USS Indiana*, dos EUA, e em outros barcos da marinha mercante daquele país.





# IDÉIAS DO LADO DE LÁ

*Nosso leitor Domingos Marino, de Campinas, nos envia este circuito para monitorização de luzes rítmicas.*

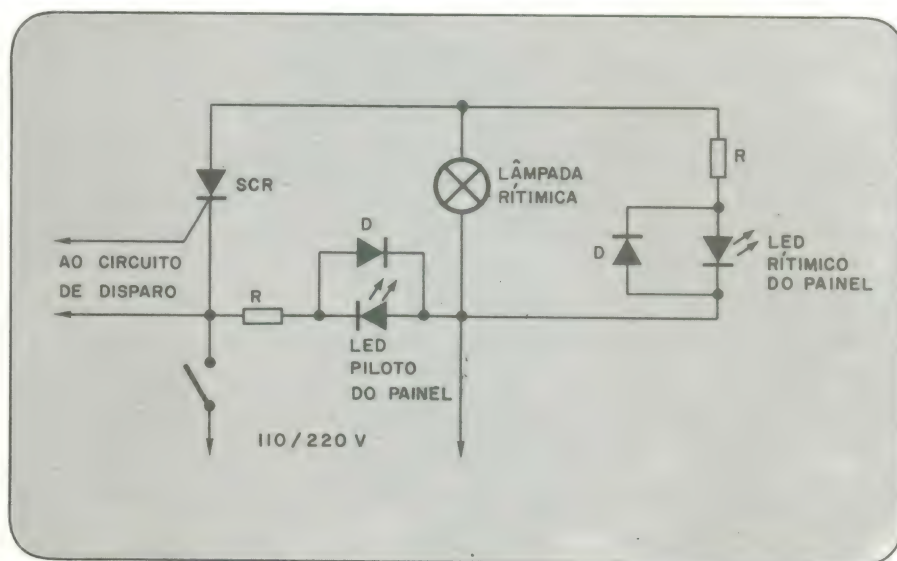
“Várias pessoas têm me procurado para adaptar ao painel dos aparelhos de luzes rítmicas (inclusive as Luzes Dançantes NE) lâmpadas de monitorização e piloto, ficando assim, o aparelho com um efeito visual mais interessante. Nesse caso, o mais viável seria a inclusão de LEDs, os quais teriam um funcionamento excelente, aliado à simplicidade do circuito.

“Em paralelo com as lâmpadas rítmicas (um para cada canal) liga-se um LED em série com um resistor de valor adequado. Para proteger o LED dos eventuais picos de corrente alternada, foi incluído um diodo retificador.

## Lista de material

R = 5K6/3W p/ 110 V ou 12 K / 5W para 220 V

D = 1N4001 ou equivalente



## ÚLTIMOS LANÇAMENTOS NO MERCADO DE ACESSÓRIOS PARA OPERADORES DE RÁDIO

LANÇAMENTO

### MANIPULADOR TELEGRÁFICO MASTER SPEED — DX



Sensacional lançamento do manipulador Master Speed-DX que apresenta funcionamento extra suave, totalmente ajustável, auto-suportável e pés aderentes. Contatos em pura prata ou opcional em ouro sob encomenda.

Preço de lançamento: Cr\$ 4.200,00

### NOVIDADES

#### PHONE PATCH HOBBY

Novo Phone Patch exclusivo da HOBBY para você fazer a conexão da linha telefônica em qualquer equipamento de transmissão. Indispensável para seus QTC's.

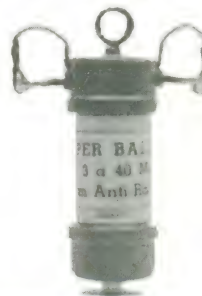
Preço: Cr\$ 4.880,00



#### BALUM DE FERRITE — JOPASON

Para casamento da antena com cabo coaxial reduzindo a relação de ondas estacionárias e eliminando a TVI.

Preço: Cr\$ 3.800,00



#### MICROFONE EXPANSIVE

Para qualquer equipamento de transmissão. Cápsula de eletreto. Impedância de 1 kohm. Resposta de frequência 100 Hz a 4.000 Hz e ganho 50 dB.

Preço: Cr\$ 9.680,00



VENDAS PELO REEMBOLSO VARIG E POSTAL.

SOLICITE NOSSA TABELA DE PRODUTOS COM QUASE 100 ARTIGOS.

COMPLETA LINHA DE ANTENAS.



HOBBY RÁDIO SHOPPING MARKETING DIRETO LTDA.

Praça João Mendes, 42 - 8º and., Cj. 84 Fone: (011) 37-4517 (PBX) - CEP 01501 - SP

CAIXA POSTAL 51.604 CEP 01000 — TELEX (011) 25942 — SÃO PAULO — SP





# Notícias da NASA

Seleção e tradução:  
Álvaro A.L. Domingues

## Satélite Solar Maximum deteta novas reações nas chamas solares

Um dos instrumentos instalados no satélite Solar Maximum da NASA detetou algumas novas e importantes espécies de radiação vindas das chamas solares.

O satélite, lançado em fevereiro de 1980, continua seu estudo da atividade solar durante o período de fluxo máximo deste ciclo de 11 anos de atividade das manchas solares.

As observações foram feitas por um espectrofotômetro de raios gama e nêutrons, construído na universidade de New Hampshire, sob supervisão do Dr. Edward L. Chupp.

Chupp conta que, durante a maior chama em 21 de junho de 1980, seu experimento produziu a primeira observação clara de nêutrons que chegam à terra vindos das chamas solares.

Estes nêutrons são partículas neutras subatômicas criadas nas reações nucleares com chamas. Nêutrons livres se decompõem espontaneamente em prótons e elétrons em aproximadamente 15 minutos. Por causa disto, só nêutrons muito rápidos podem chegar até a Terra, visto que a luz solar leva oito minutos, aproximadamente, para chegar até nós.

No dia 21 de junho, fulgurou uma intensa explosão de raios gama durante aproximadamente um minuto, seguida por um jorro de nêutrons, que durou aproximadamente 20 minutos. Esta particular chama foi provavelmente a mais intensa que já ocorreu durante este ciclo solar.

Em outra chama, ocorrida no dia 27 de abril deste ano, os instrumentos do Dr. Eduard Chupp registraram e analisaram raios gama com energias características de algumas variedades de reações nucleares, previstas teoricamente, mas nunca observadas no Sol. Estas reações são causadas quando prótons, movendo-se em velocidades próximas à da luz, colidem com outros átomos na atmosfera solar, incluindo átomos de nitrogênio, silício, magnésio, ferro, lítio e berilo. Isto fornece valiosos indícios a respeito da abundância de diferentes átomos nas chamas solares e o mecanismo no qual os prótons são acelerados para altas velocidades. Um satélite de pesquisas japonês também observou estas mesmas chamas e confirmou muitas das observações da NASA, feitas por meio de seu satélite.

## NASA seleciona equipe para estudos na alta atmosfera

No início do mês de dezembro, a NASA selecionou nove equipes experimentais e dez equipes teóricas para participarem do programa de satélites para pesquisas na alta atmosfera.

O programa UARS (Upper Atmosphere Research Satellites) está destinado para obter dados sobre o mecanismo energético, composição química e dinâmica da estratosfera e mesosfera da Terra de maneira a determinar o estado químico e dinâmico da camada mais alta da atmosfera e sua suscetibilidade a mudanças. O interesse na química estratosférica tem-se intensificado desde a última década pela crescente tomada de consciência da possibilidade dos aviões a jato supersônicos e do clorofluorcarbono, usado em aerossóis e em outras aplicações, diminuírem a camada de ozona na alta atmosfera.

As equipes experimentais irão desenvolver instrumentos para serem usados para medidas diretas dos ventos nas camadas mais altas da atmosfera, da radiação solar ultravioleta, interações entre partículas energéticas com as da alta atmosfera e densidades de substâncias químicas críticas em função da altitude. As equipes teóricas irão desenvolver e aplicar modelos da alta atmosfera que, quando combinados com os novos dados, poderão aumentar significativamente o entendimento da química e dinâmica da alta atmosfera e melhorar a capacidade de avaliar o impacto das atividades humanas no delicado equilíbrio químico da estratosfera.

## A tripulação da terceira missão da nave Colúmbia

Jack R. Lousma e Charles G. Fullerton foram selecionados pela NASA como comandante e piloto, respectivamente da nave Columbia.

Thomas K. Mattingly II e Henry W. Hartsfield Jr. formarão a tripulação de apoio.

Lousma é veterano em viagens espaciais, tendo participado da missão Skylab 3, de julho a setembro de 1973. Como piloto da missão, ele esteve mais de 1.420 horas no espaço durante as quais, ele e seus companheiros ultrapassaram os objetivos pré-determinados para a missão.

Fullerton foi piloto da Enterprise (nave cópia da Colúmbia, para testes) no primeiro, no terceiro e no quinto vôos na série de testes realizada em 1977, quando o veículo foi separado das costas de seu apoio, um avião 747 especialmente adaptado, e voou até a aterragem na Base Edwards, da Força Aérea, na Califórnia.

Este terceiro teste do sistema de transporte espacial da NASA está planejado para março de 1982 e será uma missão de sete dias com 116 órbitas ao redor da Terra. A Colúmbia levará um satélite projetado pela NASA para ser colocado em órbita, chamado OSS-1. O vôo também incluirá testes do sistema manipulador remoto, o braço mecânico que poderá remover satélites em órbita e colocá-lo novamente no espaço em vôos futuros.



# POR DENTRO DOS NÚMEROS COMPLEXOS

## Parte II

Paulo Nubile

*A seção do principiante volta a abordar o palpitante tema “Números Complexos”. Na primeira parte, editada no número de fevereiro, há uma longa exposição teórica procurando justificar a utilização dos números complexos em circuitos eletrônicos.*

*Acreditando já estar vencida a penosa fase do “por quê?”, esta segunda parte se ocupa da análise de circuitos de corrente alternada.*

*Enquanto no número anterior procuramos responder à pergunta “por que usar números complexos?”, agora pretendemos responder à pergunta “como usar números complexos nos circuitos de corrente alternada?”. Para que você exercite os tópicos abordados, anexamos uma bateria de testes (com respostas).*

No número anterior vimos que os capacitores e indutores não respondem a estímulos C.A. da mesma forma que os resistores. Num resistor a corrente está sempre em fase com a tensão, ou seja, se a tensão num resistor subir, a corrente subirá instantaneamente. Num capacitor a corrente está adiantada em relação à tensão de  $90^\circ$ , ou seja, um máximo de corrente corresponde a um nulo de tensão. Num indutor a tensão está adiantada em relação à corrente de  $90^\circ$ , o que corresponde a um máximo de tensão simultâneo a um nulo de corrente.

Os circuitos de corrente alternada podem possuir resistores, capacitores e indutores. Cada um desses componentes dificulta a passagem de corrente elétrica e pa-

ra exprimir essa dificuldade quantitativamente surgiram os termos reatância e impedância.

A reatância, designada pela letra X, depende da frequência do sinal alternado e vale:

$$\begin{aligned} X_C &= 1/wC && \text{(para capacitores)} \\ X_L &= wL && \text{(para indutores)} \\ X_R &= R && \text{(para resistores)} \end{aligned}$$

Algumas observações se fazem importantes:

1º) A reatância tem a mesma unidade da resistência; usualmente é dada em Ohms.

2º) A reatância é diretamente proporcional à frequência para indutores e inver-

samente proporcional para capacitores. Quando a frequência tende para o infinito, o capacitor se aproxima de um curto enquanto o indutor se aproxima de um circuito aberto e, inversamente, quando a frequência tende a zero (corrente contínua) o capacitor tende a um elemento aberto enquanto um indutor tende a atuar como um curto-circuito.

3º) O resistor não tem sua reatância alterada com o aumento ou diminuição da corrente.

Mas o que diferencia um capacitor com reatância de 5 Ohms com um indutor de mesma reatância? A única diferença é a defasagem entre tensão e corrente em ambos os elementos. A grandeza que exprime essa diferença é chamada de impedância.



Genéricamente podemos dizer que a impedância é a reatância acoplada à defasagem entre tensão e corrente expressa em termos do número imaginário “j”. A impedância é designada pela letra Z e vale:

$$\begin{aligned} Z_C &= -j/\omega C & (\text{para capacitores}) \\ Z_L &= j\omega L & (\text{para indutores}) \\ Z_R &= R \end{aligned}$$

Mais algumas observações se fazem enumerar:

1º) O fator  $-j$  indica que a tensão está defasada de  $-90^\circ$  em relação à corrente num capacitor. O fator  $j$  indica que a tensão está defasada de  $+90^\circ$  em relação à corrente num indutor.

2º) A impedância também é dada em Ohms (no Sistema Internacional de unidades).

3º) A ausência da parte imaginária na impedância resistiva indica que num resistor a tensão e corrente estão em fase.

Defasagens diferentes de  $+90^\circ$  e  $-90^\circ$  ocorrem com associações de impedâncias, como, por exemplo, um resistor em série com um capacitor, ou um indutor em paralelo com um resistor em série com um capacitor e assim por diante.

As associações de impedâncias foram estudadas na primeira parte deste artigo e vamos admitir aqui que todos os leitores tenham-nas entendido.

Vamos agora estudar os circuitos envolvendo associações de resistores, indutores e capacitores.

Considere o circuito da figura 1. Trata-se apenas de uma associação série de um resistor com um indutor. A frequência do gerador é tal que a impedância do indutor valha  $j10\Omega$ . A tensão de gerador vale 100 V, a fase  $0^\circ$  indica que o referencial deve ser a tensão do gerador e todas as outras tensões e correntes dadas em função desse referencial deve ser a tensão do gerador e todas as outras tensões e correntes dadas em função desse referencial. Acompanhe agora os cálculos.

As leis de Kirchhoff continuam válidas. A somatória das correntes que passam por um nó é nula e a somatória das tensões de uma malha é nula.

Aplicando a segunda lei no circuito da figura 1 temos que:

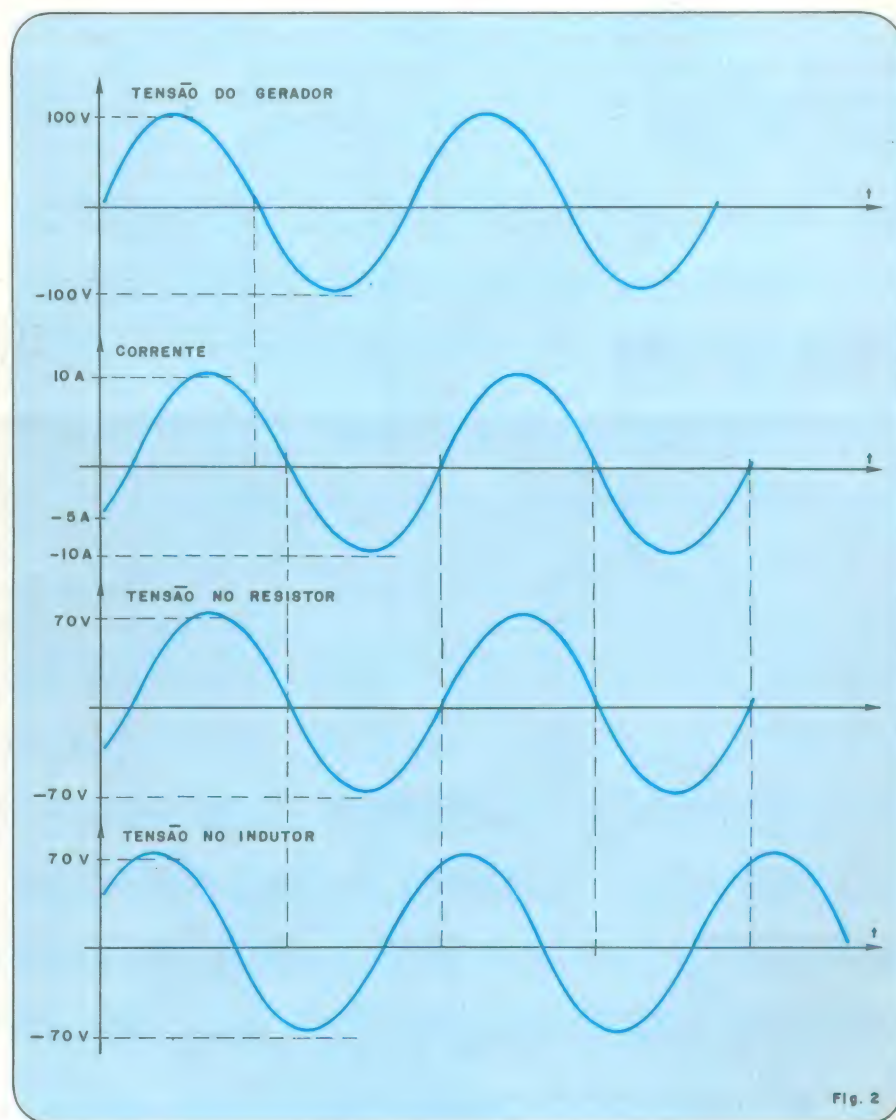
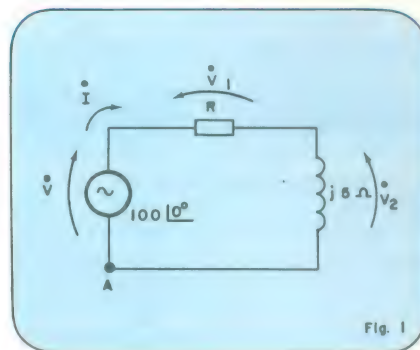
$$-\dot{V} + \dot{V}_1 + \dot{V}_2 = 0 \quad (1)$$

Os pontinhos sobre as tensões significam que as tensões são complexas, isto é, além do módulo têm fase. Rearranjando os termos dessa equação:

$$\dot{V} = \dot{V}_1 + \dot{V}_2$$

Por outro lado, as tensões  $V_1$  e  $V_2$  podem ser calculadas através da segunda lei de Ohm para impedâncias:

$$\begin{aligned} \dot{V}_1 &= 10\Omega \cdot \dot{I} \\ \dot{V}_2 &= j10\Omega \cdot \dot{I} \end{aligned}$$





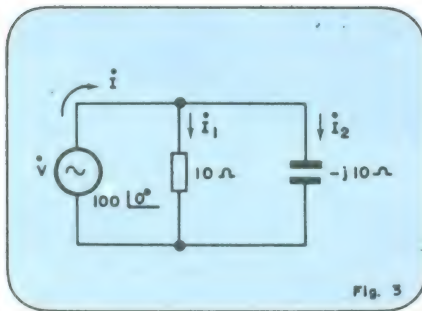


Fig. 3

Observe que a segunda lei de Ohm não muda em relação aos circuitos de corrente alternada, apenas deve-se tomar cuidado pois as grandezas envolvidas são complexas.

A equação (1) pode ser expressa como segue:

$$\hat{V} = \hat{I} (10 + j 10) \Omega$$

O valor de  $\hat{V}$  é conhecido, portanto a incógnita da equação é a corrente complexa. Para obtermos os valores das tensões no resistor e no indutor devemos obter numericamente o valor dessa corrente. Os cálculos a seguir envolvem uma série de operações com números complexos. Acompanhe-os com calma:

$$\hat{V} = 100 \angle 0^\circ$$

$$(10 + j 10) \Omega = \sqrt{10^2 + 10^2} \angle \arctan 10/10 =$$

$$= 10 \sqrt{2} \angle 45^\circ$$

$$\hat{V} = \hat{I} \cdot 10 \sqrt{2} \angle 45^\circ$$

$$\hat{I} = \frac{100 \angle 0^\circ}{10 \sqrt{2} \angle 45^\circ} = 5 \sqrt{2} \angle -45^\circ \text{ ampères}$$

É fundamental a interpretação do resultado. Chegamos a uma corrente cujo valor é de  $5\sqrt{2} \angle -45^\circ$  A. O módulo da corrente é igual a  $5\sqrt{2}$ , aproximadamente 7 ampères e a defasagem é de  $-45^\circ$ , ou seja, a corrente do circuito está atrasada de  $45^\circ$  em relação à tensão do gerador ( $\hat{V}$ ).

De posse do valor da corrente, podemos agora calcular sossegadamente as tensões  $\hat{V}_1$  e  $\hat{V}_2$ .

$$\hat{V}_1 = 10 \cdot 5 \sqrt{2} \angle -45^\circ \text{ V} = 50 \sqrt{2} \angle -45^\circ \text{ V}$$

$$\hat{V}_2 = j 10 \cdot 5 \sqrt{2} \angle -45^\circ \text{ V} = 10 \angle 90^\circ$$

$$5 \sqrt{2} \angle -45^\circ = 50 \sqrt{2} \angle 45^\circ \text{ V}$$

Como a impedância resistiva tem fase nula, a fase da corrente é mantida em  $\hat{V}_1$ ; já em  $\hat{V}_2$  o número imaginário "j" equivale a uma defasagem de  $+90^\circ$  resultando numa defasagem de  $+45^\circ$  para  $\hat{V}_2$ .

Um outro dado interessante é o seguinte: os módulos de  $\hat{V}_1$  e  $\hat{V}_2$  valem aproximadamente 70 Volts e a soma algébrica dessas duas tensões é bem maior que 100  $\hat{V}$ , módulo de  $\hat{V}$ . Existe algum erro de cálculo? Evidente que não. A soma de núme-

ros complexos é diferente da soma de números reais, como já vimos no número anterior.

A figura 2 traz as formas de onda de todas as tensões e da corrente do circuito. Observe como  $\hat{V}_1$  e  $\hat{I}$  estão em fase e como as tensões estão defasadas em relação à tensão de referência (do gerador).

Analizamos um circuito série de um resistor e um indutor. Podemos fazer o mesmo para um circuito paralelo de um resistor e um capacitor. Esse circuito se encontra na figura 3.

A tensão  $\hat{V}$  cai tanto no resistor quanto no capacitor e a corrente total  $\hat{I}$  é a soma das correntes no resistor e no capacitor.

$$\hat{I} = \hat{I}_1 + \hat{I}_2$$

Os cálculos de  $\hat{I}_1$  e  $\hat{I}_2$  são bem fáceis. Basta dividir a tensão  $\hat{V}$  pelas respectivas impedâncias.

$$\hat{I}_1 = \frac{100 \angle 0^\circ}{10} \text{ A} = 10 \text{ A}$$

$$\hat{I}_2 = \frac{100}{-j 10} \text{ A} = j 10 \text{ A}$$

Obtivemos uma corrente  $\hat{I}_1$  de 10 Amperes em fase com a tensão do gerador e uma corrente  $\hat{I}_2$  adiantada de  $90^\circ$  em relação à mesma tensão do gerador. Logo, a

## ELETRONIX

### ELETRONIX COML. ELETRÔNICA LTDA.

Rua Luís Góes, 1.020 - 1º - V. Mariana

Fones: 577-2201 e 577-0120

04043 São Paulo, SP

### VENDAS POR REEMBOLSO POSTAL E VARIG CONSULTE-NOS ATENDIMENTOS IMEDIATOS

#### TRANSISTORES

##### Linha BC

BC 108 a BC 640

##### Linha BD

BD 135 a BD 701

##### Linha BF

BF 168 a BF 495

##### Linha BU

BU 105 a BU 500

Linhas PA/PB/PC/PD/PE  
Completas

Linha 2N (Completa)  
Linha 3SC (Completa)  
Linha TIP (Completa)

#### LÂMPADAS

12.913 PHIL ..... 35,00  
PF 810 ..... 2.000,00  
NE2 H ..... 25,00  
1.245 GE ..... 80,00

#### LEDS

Amar. peq. .... 30,00  
Verde peq. .... 30,00  
Verm. peq. .... 25,00

Verm. gd. .... 25,00  
Amar. gd. .... 50,00  
Verde gd. .... 30,00  
Enc. Metálico ..... 150,00  
TODAS AS CORES

#### OFERTAS

TIP31 ..... 80,00 BC140 ..... 90,00  
2N3055 ..... 450,00 BC160 ..... 90,00  
BU208 ..... 450,00 BC108 ..... 50,00  
2SC1172 ..... 650,00 OC47 ..... 180,00  
1R423 ..... 600,00 AF106 ..... 120,00  
2N5062 ..... 100,00 BCY71 ..... 400,00  
BC547 ..... 26,00 BU500 ..... 500,00  
BC237 ..... 26,00 AD161 ..... 140,00  
25B324 ..... 70,00 AD162 ..... 140,00  
25C372 ..... 40,00

#### CIRCUITOS INTEGRADOS

##### OFERTAS

LINHA CMOS completa	7401 ..... 50,00	LM741 ..... 70,00	TBA120 ..... 220,00
LINHA TTL completa	7407 ..... 70,00	LM741HC ..... 200,00	TBA520 ..... 280,00
LINHA 5TK completa	7437 ..... 80,00	LM709 ..... 180,00	TBA560 ..... 300,00
LINHAS HA/TA completas	7403 ..... 50,00	CD4069 ..... 60,00	TBA810 ..... 300,00
	7410 ..... 50,00	CD4518 ..... 300,00	TBA820 ..... 180,00
	7440 ..... 50,00	CD4030 ..... 120,00	TDA2003 ..... 320,00
	7442 ..... 140,00	LM324 ..... 200,00	7805 ..... 300,00
	7400 ..... 60,00	CD4017 ..... 250,00	7905 ..... 320,00
		CA3046 ..... 220,00	7812 ..... 370,00
			7912 ..... 390,00

#### OFERTAS

1N4004 ..... 15,00 TV 13 ..... 160,00  
1N4006 ..... 17,00 TV18 ..... 300,00  
1N4007 ..... 19,00 TV20 ..... 390,00  
1N4148 ..... 9,00  
1N914 ..... 10,00  
1N4151 ..... 13,00  
OA95 ..... 15,00  
1N60 ..... 6,00

#### TEMOS TUDO!!!

Linha completa  
Capac. Tântalo  
Capac. Eletrol.  
Resist. 1/8W a 10W  
Capac. Poliéster  
Capac. Cerâmico  
Relês Schrack  
Chaves CEK  
Componentes JOTO

#### COMPONENTES SHARP

CI X 0048  
CI X 109  
25C 372  
25C 1172  
BU 208  
SCR 65068

MOTOR SHARP  
Mod. 2002 ..... 1.000,00

#### TUBOS SHARP = OFERTAS

MOD. 1401/1601/1602/2006/2008  
NOVOS — 1ª linha ..... 20.000,00  
2ª linha ..... 17.000,00

OBS.: Tubos de 2ª linha possuem pequena pinta na região A ou na região B, sendo que estão sem uso, funcionando em estado de O.K.

**TEMOS LINHA COMPLETA DE:  
SCR, TRIAC, DIAC, DISPLAYS,  
REGULADORES DE TENSÃO, ETC.**

OBS.: EM OFERTA: 2AC/TIC48 = Cr\$ 180,00

**OBS.: ATENDEMOS  
QUALQUER PEDIDO  
EM 24 HORAS.  
CONSULTE-NOS!**



corrente total é a soma dos dois números complexos:

$$I = (10 + j 10) A = 10\sqrt{2}|45^\circ$$

A corrente total do circuito está adiantada de  $45^\circ$  em relação à tensão do gerador.

A corrente total tem módulo igual a 14 Ampères aproximadamente, enquanto as correntes  $I_1$  e  $I_2$  têm módulos iguais a 10 ampères cada uma.

A figura 4 traz as formas de onda de correntes do circuito estudado.

#### A potência nos circuitos de corrente alternada

Da mesma forma como as leis de Ohm e Kirchoff continuam válidas também para circuitos de C.A., a potência também pode ser calculada pelo produto da tensão pela corrente em circuitos C.A., só que logicamente nos seus valores complexos. Definindo de forma um pouco mais rigorosa temos:

A Potência ( $\dot{P}$ ) que é dissipada numa impedância  $Z$  é o produto da corrente complexa que flui para impedância pela tensão complexa imposta a ela.

$$\dot{P} = \dot{V} \cdot \dot{I}$$

Aqui outras observações se fazem necessárias:

1º) Se a impedância for resistiva a fase da potência será nula pois tanto tensão como corrente estão em fase. (Estamos admitindo que a fase de referência (da tensão) seja nula).

2º) Seguindo o mesmo raciocínio podemos concluir que a fase da potência numa impedância capacitiva é de  $-90^\circ$  e numa impedância indutiva é de  $+90^\circ$ .

3º) Os wattímetros comerciais não medem a potência complexa. Os capacitores e indutores não dissipam potência por efeito Joule (não esquentam) e isso se deve justamente ao fato de tensões estarem defasadas da corrente de exatamente  $90^\circ$ . Os wattímetros medem o que se convencionou chamar de potência real que pode ser calculada com base na seguinte fórmula:

$$P_R = V \cdot I \cos \varphi$$

$\dot{V}$  e  $\dot{I}$  são os módulos da tensão e corrente e o ângulo  $\cos \varphi$  é a diferença de fase entre tensão e corrente. Num resistor a diferença da fase é nula e a potência real é igual ao produto da tensão pela corrente pura e simplesmente. Num capacitor a diferença de fase é de  $-90^\circ$  e o cosseno desse ângulo é nula, dando uma potência real nula. Num indutor a diferença de fase é de  $+90^\circ$  e ocorre o mesmo que num capacitor, a potência real é nula.

Vamos aplicar esses conceitos ao circuito da figura 1. Já calculamos as tensões e

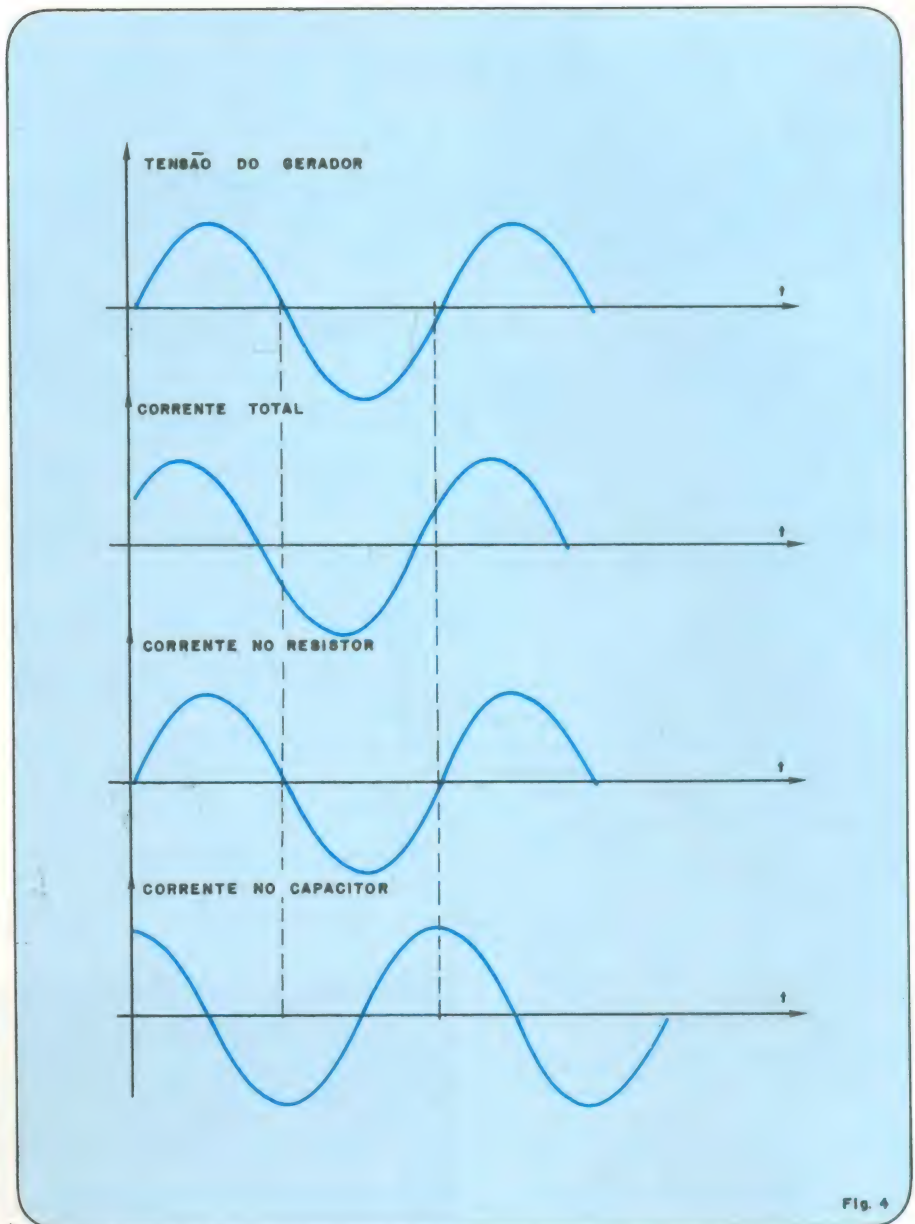


Fig. 4

correntes nos dois componentes (resistor e indutor) e no gerador. A potência fornecida pelo gerador deve ser igual à dissipada pelos dois componentes. Para facilitar tabelamos os valores de tensão a corrente a seguir:

	Gerador	Resistor	Indutor
Tensão (V)	$100 0^\circ$	$50\sqrt{2} -45^\circ$	$50\sqrt{2} 45^\circ$
Corrente (A)	$5\sqrt{2} -45^\circ$	$5\sqrt{2} -45^\circ$	$5\sqrt{2} -45^\circ$
Potência (W) real	500	500	0

A potência real do gerador é de 500 W e é dissipada integralmente no resistor.

Também as potências complexas (ou reativas) também podem ser obtidas.

No gerador temos:

$$P = 100 \angle 0^\circ \cdot 5\sqrt{2} \angle -45^\circ = 500\sqrt{2} \angle -45^\circ W$$

No resistor temos:

$$\begin{aligned} \dot{P}_1 &= 50\sqrt{2} \angle -45^\circ \cdot 5\sqrt{2} \angle -45^\circ = \\ &= 500 \angle -90^\circ W \end{aligned}$$

No indutor temos:

$$\dot{P}_2 = 50\sqrt{2} \angle 45^\circ \cdot 5\sqrt{2} \angle 45^\circ = 500 W$$

Observe novamente que a potência desenvolvida pelo gerador é igual à dissipada pelo resistor e indutor pois:

$$\begin{aligned} \dot{P}_1 + \dot{P}_2 &= 50\sqrt{2} \angle 45^\circ - j 500 = \\ &= \dot{P} = 500\sqrt{2} \angle -45^\circ. \end{aligned}$$

Para reconfirmar a teoria, vamos aplicá-la ao circuito da figura 3. A seguir apresentamos um quadro semelhante ao anterior com tensões, corrente e potências reais no resistor, no capacitor e no gerador.



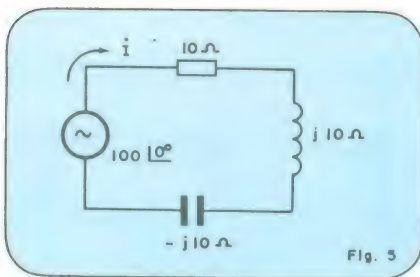


Fig. 5

	Gerador	Capacitor	Resistor
Corrente (A)	$10\sqrt{2} \angle 45^\circ$	$10 \angle 90^\circ$	$10 \angle 0^\circ$
Tensão (V)	$100 \angle 0^\circ$	$100 \angle 0^\circ$	$100 \angle 0^\circ$
Potência real (W)	1000	0	1000

Novamente atestamos a veracidade da teoria. O resistor dissipa toda a potência real fornecida pelo gerador.

### Conclusão

Esse artigo não pretendeu discorrer em termos rigorosamente teórico sobre os números complexos nos circuitos de corrente alternada. Tome como um bate-papo sobre o assunto. Um bate-papo sério, mas não sisudo, não é mesmo?

Daqui para frente o negócio é pegar circuitos mais complexos e resolvê-los, isto é, determinar tensões e correntes em todos

os pontos. Para ajudá-lo(a) [ou ajudá-lo(a)] deixamos aqui uma pequena bateria de testes:

### Testes

Responda as seguintes questões baseadas no circuito da figura 5.

#### Questão 1

As reatâncias dos três elementos são iguais, mas as impedâncias são diferentes. \_\_\_\_\_ (certo ou errado?)

#### Questão 2

A corrente complexa que atravessa o circuito é de \_\_\_\_\_ (calcule o valor der forma semelhante ao que fizemos no circuito da figura 3)

#### Questão

De acordo com os seus cálculos a corrente total está em fase com a tensão do gerador? \_\_\_\_\_ (sim ou não?)

#### Questão 4

Calcule agora a impedância total da associação série do capacitor, indutor e re-

sistor. \_\_\_\_\_ (Escreva o valor em Ohms).

#### Questão 5

A tensão no indutor está defasada de  $180^\circ$  da tensão no resistor. \_\_\_\_\_ (sim ou não?)

#### Questão 6

A tensão no capacitor está defasada de  $-90^\circ$  da tensão do gerador. \_\_\_\_\_ (sim ou não?)

#### Questão 7

A tensão no capacitor está defasada de  $180^\circ$  da tensão no indutor. \_\_\_\_\_ (sim ou não?)

#### Questão 8

Calcule a potência real no resistor e no gerador. Elas são iguais e valem \_\_\_\_\_ (Coloque a resposta em Watts).

### Respostas

1 — certo; 2 — 10 A; 3 — Sim; 4 — 10 Ohms; 5 — errado; 6 — certo; 7 — certo; 8 — 1000 W

## TRANSFORME SUA BATERIA EM 110V-60 Hz!



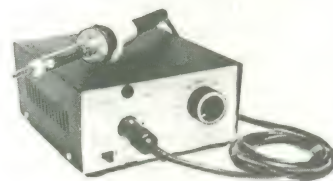
Para iluminação, eletrodomésticos, gravadores de áudio e vídeo, amplificadores (propaganda eleitoral), indústria, agropecuária, informática (computação), segurança, etc. Tenha a energia que precisa a partir de uma bateria. Entradas de 12, 24, 48 e 110 VCC. Saídas 110, 220 VCA. Potência standard de 150 W e outras de 300, 500, 1000 W até 10 kV. Onda quadrada ou senoidal. Conversores de frequência de 110 V, 60 Hz para 220 V, 50 Hz e outras frequências — Conversores CC/CC.

## CIRCUITOS IMPRESSOS

KITS PARA FOTOLITOS, reguladores, reveladores, fixadores, filtro e filme. KITS PARA SENSIBILIZAÇÃO E GRAVAÇÃO, com emulsão para luz do dia, reveladores, desengraxantes, gravadores.

KITS PARA ACABAMENTO, estanho, prata e verniz antioxidante incolor. Todo material químico para fabricação de circuitos impressos em escala industrial, desde a obra de arte até o acabamento final. Em qualquer quantidade. Também fabricamos circuitos impressos em pequenas quantidades a curto prazo.

## FACILIDADE E PERFEIÇÃO NA SOLDAGEM



ESTAÇÃO DE SOLDA ELETRÔNICA com temperatura regulada, ideal para semicondutores MOS, com ferro de soldar especial, ponta tratada, rabicho à prova de temperatura. FERROS DE SOLDAR avulsos para 24, 48, 110 e 220V, 40W.



**ROMIMPEX S.A.**

Rua Anhaia, 164/166 — CEP 01130 — São Paulo — S.P. Brasil — Fones: (011) 220-8975 — 220-1037





## A junção PN

Existe uma série de dispositivos eletrônicos formados por uma junção p-n. A junção p-n, além de ser a base de todos os dispositivos semicondutores que conhecemos, é uma das invenções mais versáteis da física aplicada a dispositivos eletrônicos. Com ela podemos construir:

- 1 — Diodos retificadores
- 2 — Diodos zener

- 3 — Lasers semicondutores
- 4 — Células solares e fotodetetores
- 5 — Diodos túnel
- 6 — Diodos emissores de luz
- 7 — Varactores
- 8 — Varistores

Essa lista está longe de ser completa. Foram omitidos os dispositivos ainda não comercializados, e aqueles já ultrapassa-

dos, como o diodo p-i-n. Note que são oito dispositivos que se baseiam no mesmo princípio, ou seja, a junção p-n. Complete a frase abaixo com os números de 1 a 8:

Os ... estão sendo usados nas telecomunicações para aumentar o número de canais de informação pois geralmente emitem no infra-vermelho, uma faixa de frequências ainda não explorada na transmissão de sinais através de ondas eletromagnéticas.

A diferença entre ... e os ... é que os primeiros são dispositivos de junção p-n de reatância variável, isto é, de acordo com a tensão aplicada na junção a capacitância entre seus terminais varia; enquanto os segundos são dispositivos de resistência variável — de acordo com a tensão aplicada à junção sua resistência varia mais ou menos linearmente.

Os ... são atualmente os indicadores luminosos mais práticos e baratos, suplantando de longe as válvulas neon.

Nos últimos anos têm-se pesquisado com grande ênfase as ... . Com a crise de energia que assola o mundo o homem viu-se obrigado a partir para a pesquisa de fontes alternativas de energia e dentre essas fontes a energia solar é uma das mais promissoras. Estes dispositivos são capazes de converter a energia que vem do sol em eletricidade.

A construção de fontes de alimentação foi incrivelmente facilitada com a utilização dos ... . São dispositivos reguladores de tensão, isto é, para uma grande variação da corrente entre seus terminais, a variação de tensão é bem pequena.

**Solução do mês anterior**

Frases erradas — a, b, e, j

Frases certas — c, d, f, g, h, i, k

### APAGADOR DE MEMÓRIA EEP30



A Micro-Mac lança no mercado seu primeiro produto na linha de microprocessadores. O apagador de memória EEP30 foi projetado para apagar 30 memórias U.V.-EPROM (memória ROM, apagável por ultravioleta) simultaneamente. A operação de apagamento é regulável através de um temporizador ajustável de 0 a 99 minutos e se inicia a partir do instante em que a gaveta é fechada, acionando as lâmpadas ultravioleta.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensão de Operação .....	110V ou 220V
Potência Consumida .....	60W
Tempo de Apagamento ....	15 minutos + 10%
Duração da Lâmpada .....	$8 \times 10^3$ operações
Dimensões .....	48 x 25 x 14 cm
Comprimento de Onda U.V.	2537 Å
Peso .....	9 kg

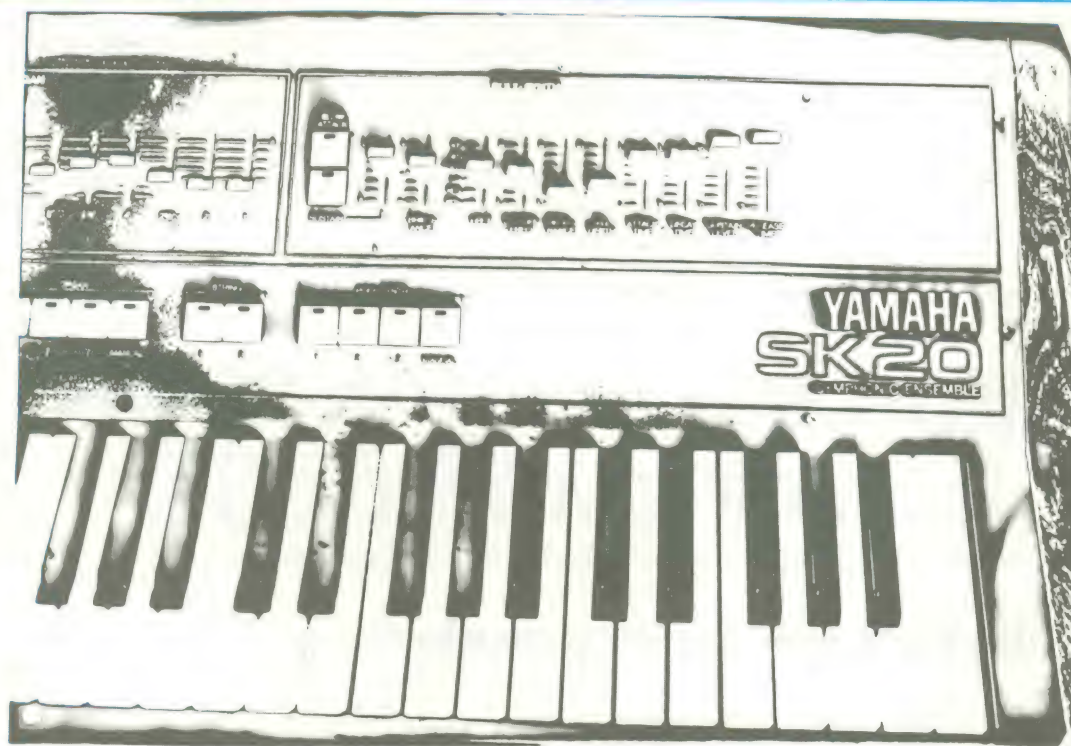
**QUANTUM**

INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS  
ELETRÔNICOS LTDA.

Rua Texas, 1342 - Brooklin Paulista Novo - Cep 04557  
Tel.: 61-3467 - Cx. Postal 19019 - São Paulo - Brasil



# Anatomia de um SINTETIZADOR ELETRÔNICO



*Personagem cobiçado por músicos, leigos e técnicos, muitas vezes confundido com órgãos eletrônicos mais sofisticados, o sintetizador ainda é um mistério para muita gente.*

*Este artigo não pretende ensinar a montá-lo, mas é um excelente ponto de partida para travar contato com ele e, no futuro, quem sabe, possuir um montado por conta própria.*



## Princípios básicos do som e de sua sintetização

O sintetizador pode ser definido como um instrumento musical eletrônico cujas características musicais podem ser variadas à vontade pelo músico. Isto o torna, de imediato, diferente dos instrumentos musicais tradicionais, cujas características sonoras estão fixadas pela sua construção física. Também o torna diferente dos órgãos eletrônicos, que possuem uma série de vozes fixas, normalmente similares aos órgãos de tubos, enquanto o sintetizador não apresenta esse tipo de restrições, por não possuir características tonais pré-fixadas.

É claro que o sintetizador pode ser usado para imitar os mais variados instrumentos existentes; por outro lado, é capaz também de produzir sons impossíveis de se obter com instrumentos acústicos convencionais, mas apenas por meios eletrônicos. Ele é, em suma, um instrumento muito versátil, cujas possibilidades dependem quase que exclusivamente da imaginação do músico.

Mas como um aparelho eletrônico pode atuar dessa forma sobre os sons musicais? Através de três parâmetros variáveis no tempo, que determinam as características de qualquer som existente:

- ALTURA ou frequência fundamental do som;
- TIMBRE ou conteúdo harmônico do mesmo;
- VOLUME ou amplitude de sinal.

Se esses três parâmetros puderem ser controlados com precisão durante a duração de um determinado som, teremos então a possibilidade de sintetizá-lo. Naturalmente, existem limites práticos para a sintetização de sons, seja no que é considerado “musical” ao nossos ouvidos, seja pela evolução tecnológica.

O sintetizador requer, então, três estágios básicos para merecer esse nome: **osciladores**, para gerar as frequências fundamentais necessárias (ou seja, sons com a altura desejada); **filtros**, para produzir o conteúdo harmônico ou o timbre de cada som; e **amplificadores**, para fornecer a amplitude suficiente. E como os três parâmetros fundamentais podem variar durante a geração de um som particular, é preciso dispor de meios para controlar rapidamente as características de tais estágios eletrônicos; é aqui que surge o conceito de controle de tensão.

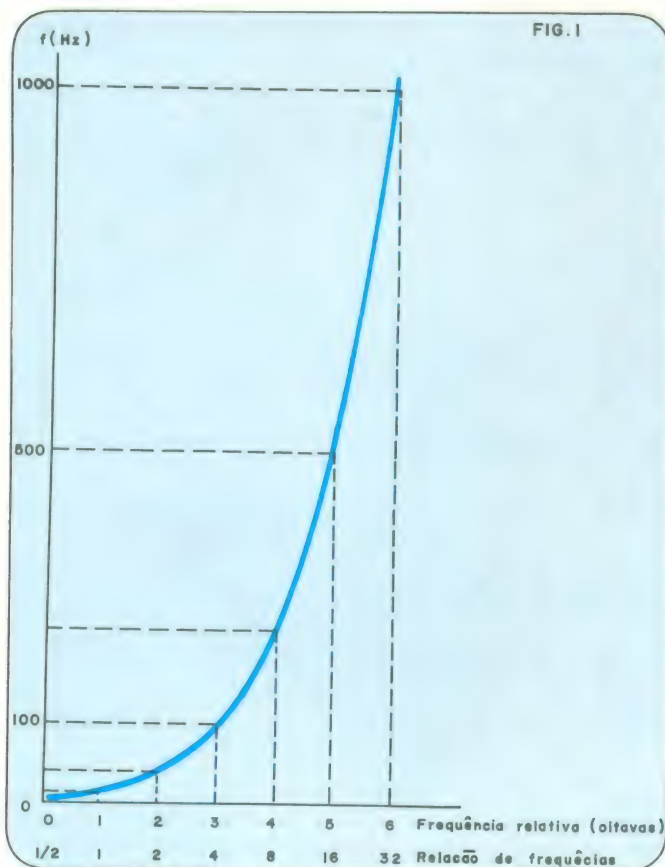
Assim, a altura de um oscilador controlado por tensão (VCO ou *voltage-controlled oscillator*) pode ser variada através da tensão de controle aplicada a ele; da mesma forma, a frequência de corte de um filtro controlado por tensão (VCF ou

*voltage-controlled filter*) pode ser alterada, dando origem a timbres diferentes, assim como o ganho de amplificadores controlados por tensão (VCA ou *voltage-controlled amplifier*), dando o volume adequado a cada som.

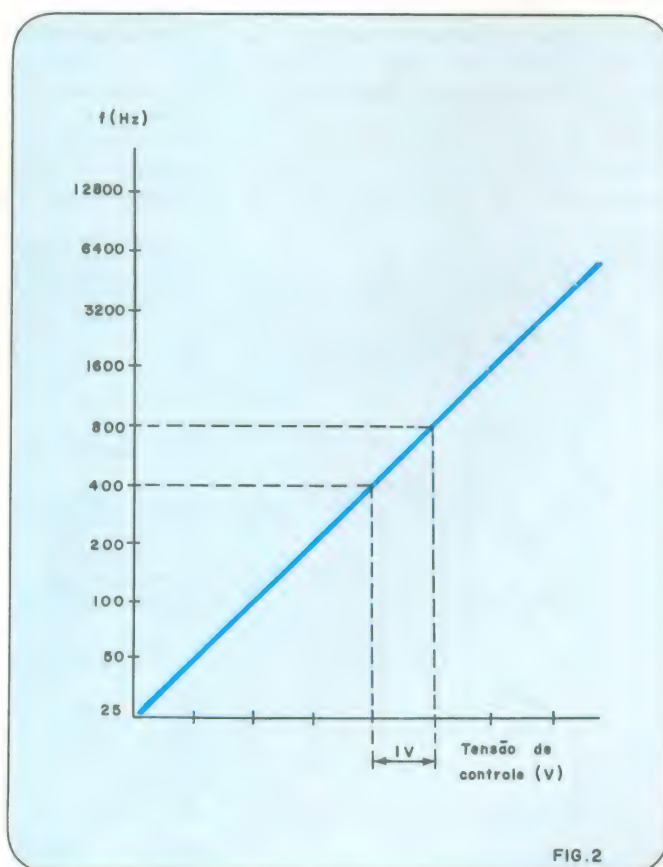
## O controle exponencial de tensão

O principal parâmetro de projeto de um sintetizador é o seu controle de tensão em relação à característica de frequência dos VCOs e VCFs. Existem várias aplicações onde basta uma relação linear entre tensão e frequência; aqueles que lidam com música, porém, não trabalham com relações lineares de frequência, e sim com intervalos musicais, dos quais o mais básico é a **oitava**. Para cada avanço de uma oitava, numa determinada nota, sua frequência (ou altura) dobra.

Assim sendo, se montarmos um gráfico a partir da frequência absoluta, em hertz, e da frequência relativa, em oitavas, iremos certamente obter uma curva exponencial, como a que aparece na figura 1. Parece mais lógico, portanto, do ponto de vista musical, termos uma relação linear entre a tensão de controle e as oitavas; na figura 2 está ilustrado o gráfico normalmente adotado pelos fabricantes de sintetizadores, através do qual uma elevação



Relação entre a frequência relativa, em oitavas, e a frequência absoluta, em hertz.



Controle padronizado para sintetizadores de uma oitava/volt.



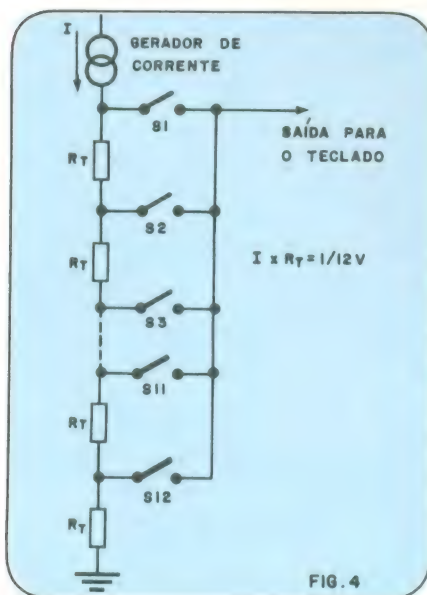
de 1 volt na tensão de controle provoca o avanço de uma oitava na frequência. Esse efeito pode ser obtido por meio de um conversor exponencial, cujas vantagens serão descritas mais adiante.

Uma relação linear volts/oitavas pode ser facilmente obtida fazendo um desses conversores preceder um VCO ou um CCO (oscilador controlado por corrente), que entregaria aos mesmos uma tensão ou corrente dobrada para cada volt a mais em sua entrada (figura 3). O conversor exponencial pode ser precedido, por sua vez, por um somador, no qual são acrescidas à tensão de controle outras tensões necessárias, tais como a de deslocamento de oitavas na escala ou a de vibrato.

## O controle de frequência pelo teclado

Para que possamos tocar o sintetizador, exatamente como um instrumento musical, precisamos dispor de algum meio de manipular as tensões de controle do aparelho. Já que a grande maioria dos instrumentos musicais segue a chamada "escala temperada", o mais lógico é adotarmos essa mesma escala para o sintetizador e empregarmos um teclado semelhante ao dos órgãos para tocá-lo.

O circuito do teclado (figura 4) consiste de um divisor de tensão, formado por resistores de igual valor e ligados a um gerador de corrente constante. Como cada oitava, de acordo com a escala temperada, é dividida em 12 semitons iguais (ou seja, 12 contatos elétricos no teclado), sobre cada resistor iremos ter uma diferença de po-



Esquema do divisor resistivo de tensão, que faz parte do teclado, responsável pela geração das tensões de controle.

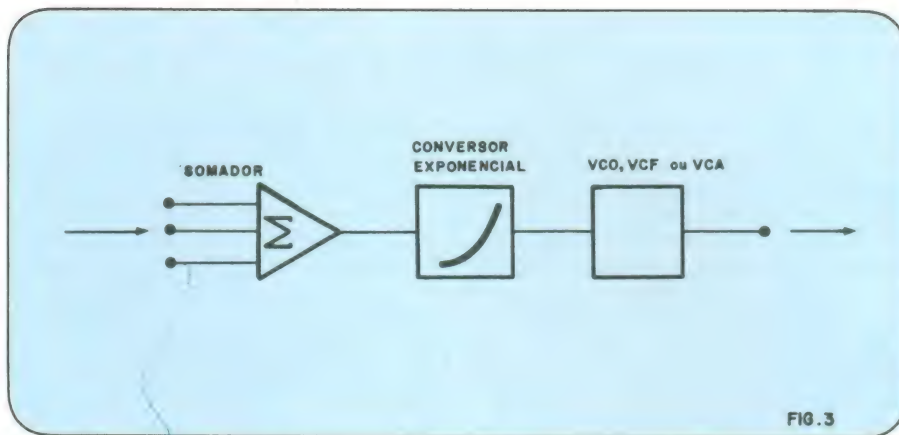
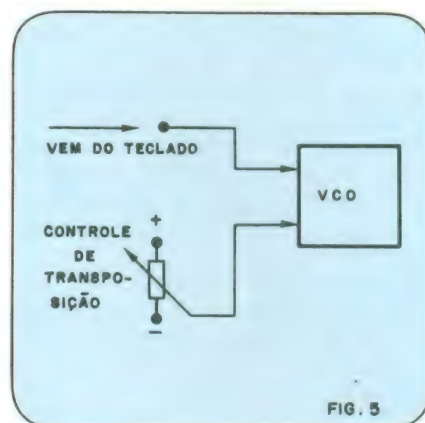


Diagrama básico do controle exponencial de tensão.

tencial de 1/12 de volt; pressionando uma determinada tecla, selecionamos a tensão de controle correspondente, que é aplicada a um dos circuitos controlados por tensão, a partir da barra comum de conexões.

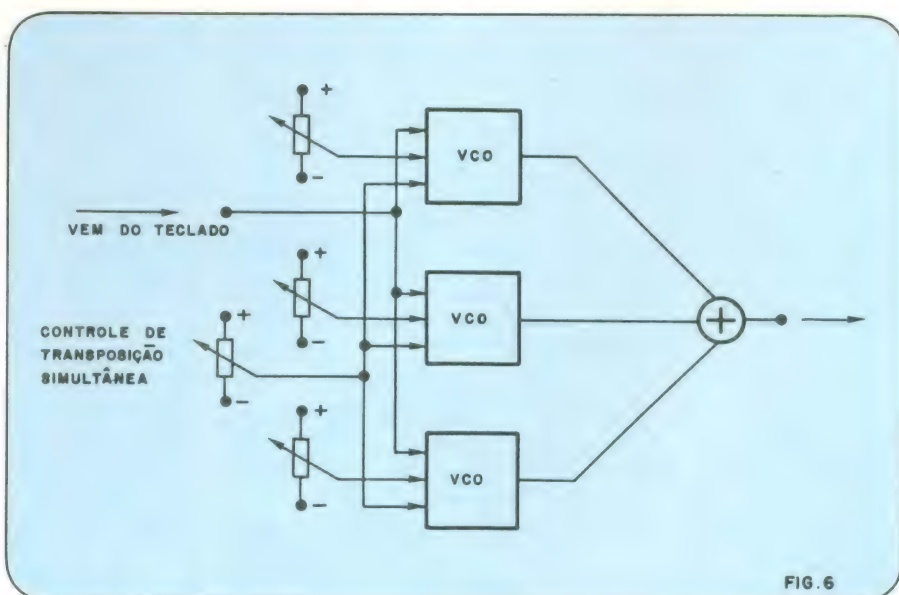
## Quando é preciso transpor as oitavas

Quando desejamos instrumentos musicais compactos, como é o caso do sintetizador, que deve ser necessariamente portátil, na maior parte dos casos, nos depa-ramos com um número limitado de oitavas no teclado (três ou quatro, normalmente). Nos órgãos eletrônicos, pode-se obter artificialmente escalas maiores através da seleção de controles, compensando a "deficiência física" do teclado. Já no sintetizador, a escala pode ser ampliada pelo acréscimo de uma tensão contínua de deslocamento à entrada do VCO, a fim de transpor toda a escala existente no tecla-



Sistema básico de transposição de oitavas.

do. Assim, uma tensão de *offset* ou deslocamento igual a +1 V, por exemplo, poderia avançar a escala em uma oitava, enquanto -1 V poderia fazê-la regredir outro tanto (figura 5).



Para que o sintetizador possa tocar diferentes acordes, a tensão de controle de vários VCOs pode ser ajustada para determinados intervalos musicais; dessa forma, todos podem ser controlados ao mesmo tempo pelo teclado e ainda permitem uma transposição simultânea, através de uma única tensão.



## Vantagens do controle exponencial de tensão

Na figura 6 podemos observar uma das principais vantagens do controle exponencial, que é a possibilidade de fazer vários módulos trabalhar em conjunto. No exemplo da figura, vemos três VCOs, cada qual com três entradas somadoras.

A primeira entrada de cada um dos VCOs é comum a todos eles, sendo conectada diretamente ao teclado. A segunda entrada recebe, em cada oscilador, uma tensão independente de controle. É a terceira, por sua vez, é interligada com suas correspondentes dos outros dois VCOs e todas elas ficam acopladas a uma tensão comum de controle.

Dando sequência ao exemplo, suponhamos que as tensões independentes de controle sejam ajustadas de forma que as frequências geradas pelos VCOs estejam separadas de uma oitava (1, 2 e 4 kHz, digamos); se a tensão do teclado for aumentada em 1 V, essas frequências se deslocarão uma oitava para cima (2, 4 e 8 kHz, no caso), permanecendo afastadas de uma oitava entre si. Isto não seria possível com um controle linear de tensão, pois o acréscimo seria o mesmo em cada frequência, desfazendo completamente a proporção entre oitavas que havia anteriormente (experimentalmente acrescentar 1 kHz a cada frequência e veja como fica a relação entre frequências).

É óbvio que o controle exponencial não se limita a manter a proporção entre oitavas. O ajuste das tensões de *offset* independentes permite que qualquer VCO produza uma determinada frequência, à escolha, e que permanecerá proporcional às demais, toda vez que ocorrer uma transposição de escala. Além disso, podemos interligar quantos VCOs quisermos, cuja terceira entrada (aquela ligada em comum com as demais a uma tensão de controle) nos permitirá transpor todo o teclado em frequência, para cima ou para baixo, conforme desejarmos. Resumindo:

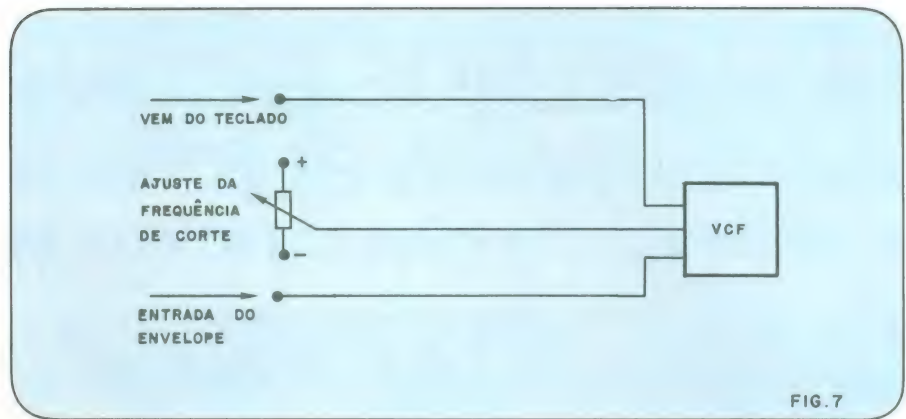
1. Os VCOs podem ser deslocados em grupo, sem sair de "sincronia". A altura de cada um deles pode ser variada independentemente, dentro de certos limites, a fim de se obter a relação desejada entre eles;

2. A altura de um grupo de VCOs sintonizados pode ser variada através de um controle comum, mantendo inalterada a sintonia;

3. A altura de todo o teclado pode ser transposta por intermédio de um controle mestre.

## Os filtros controlados por tensão (VCFs)

Os filtros normalmente utilizados em sintetizadores são do tipo passa baixas.



Princípio de controle de um VCF.

Na figura 7 podemos observar o diagrama de blocos que descreve a operação dos mesmos. Uma tensão CC de *offset*, variável, é utilizada para estabelecer a frequência de corte do filtro, relativa à altura dos VCOs, enquanto uma tensão de controle vinda do teclado desloca esse ponto de corte, de acordo com a nota que é tocada; essa tensão serve para manter inalterado o conteúdo harmônico das notas, mesmo com o variar das frequências.

Os sons naturais caracterizam-se pela variação dinâmica da coloração tonal. Uma determinada nota, por exemplo, pode iniciar com um certo "brilho", contendo uma grande proporção das harmônicas mais elevadas, as quais podem desaparecer lenta ou rapidamente, permanecendo apenas a frequência fundamental e as harmônicas mais baixas. Desse modo, é necessário prever, também, a possibilidade de se variar o ponto de corte do filtro durante a duração da nota. No exemplo dado, o ponto de corte estava localizado, no início, em uma frequência relativamente alta, decrescendo com o tempo, a fim de eliminar gradativamente as harmônicas de maior ordem.

Esse efeito pode ser simulado por meio de um gerador de envelope, que produz uma tensão variável com as características requeridas. Esse gerador é controlado diretamente pelo teclado, através de tensões de disparo. A curva característica da frequência de corte do filtro é também do tipo exponencial, motivo pelo qual os VCFs são precedidos por conversores exponenciais.

## Os amplificadores controlados por tensão (VCAs)

O VCA não passa de um simples amplificador cujo ganho pode ser variado por meio de uma tensão de controle. Sua função é a de controlar a duração e a amplitude dinâmica do som, ou seja, seu início (ou *ataque*), sua permanência (ou *sustentação*) e seu final (ou *queda*).

O VCA é controlado pelo gerador de envelope, cuja tensão de saída exibe o formato correspondente ao perfil de amplitude do som requerido. Esse amplificador não é controlado pelo teclado, já que a amplitude de todas as notas deve ser a mesma e não depende da frequência da nota que estiver sendo tocada. O gerador de envelope, por outro lado, é controlado por pulsos provenientes de um segundo jogo de contatos existente no teclado; assim é que se determina a duração de cada nota.

Nos VCFs, assim como nos VCAs, o envelope que dá forma ao som pode ser manipulado à vontade pelo músico. Isto é de extrema importância, pois já vimos que as características dinâmicas de um som influem grandemente sobre o mesmo. Voltando aos instrumentos musicais convencionais, a título de exemplo, caso o transiente inicial de cada nota (o ataque) fosse removido e a mesma fosse tocada plana, uniforme, seria difícil distinguirmos os sons dos vários instrumentos empregados numa orquestra. Seria difícil, até, diferenciarmos sons gerados pelas cordas, pelos metais e pela percussão.

## Diagrama de blocos completo Circuitos auxiliares

Na figura 8 temos representado o diagrama de blocos básico de um sintetizador, mostrando todos os estágios já descritos e mais alguns auxiliares. Na parte inferior do diagrama temos o teclado e os vários circuitos que o acoplam ao restante do aparelho; estes consistem, basicamente, de um divisor de tensão, de um gerador de pulsos e dois geradores de envelope (sendo um para o VCF e outro para o VCA). Além disso, há também os osciladores de baixa frequência (LFOs), que geram frequências para a modulação periódica da tensão (para produzir vibrato, por exemplo) e um gerador de ruídos, que se presta a produzir modulação aleatória.

Os VCOs pedem, a esta altura, pouca explicação, a não ser pelo acréscimo de



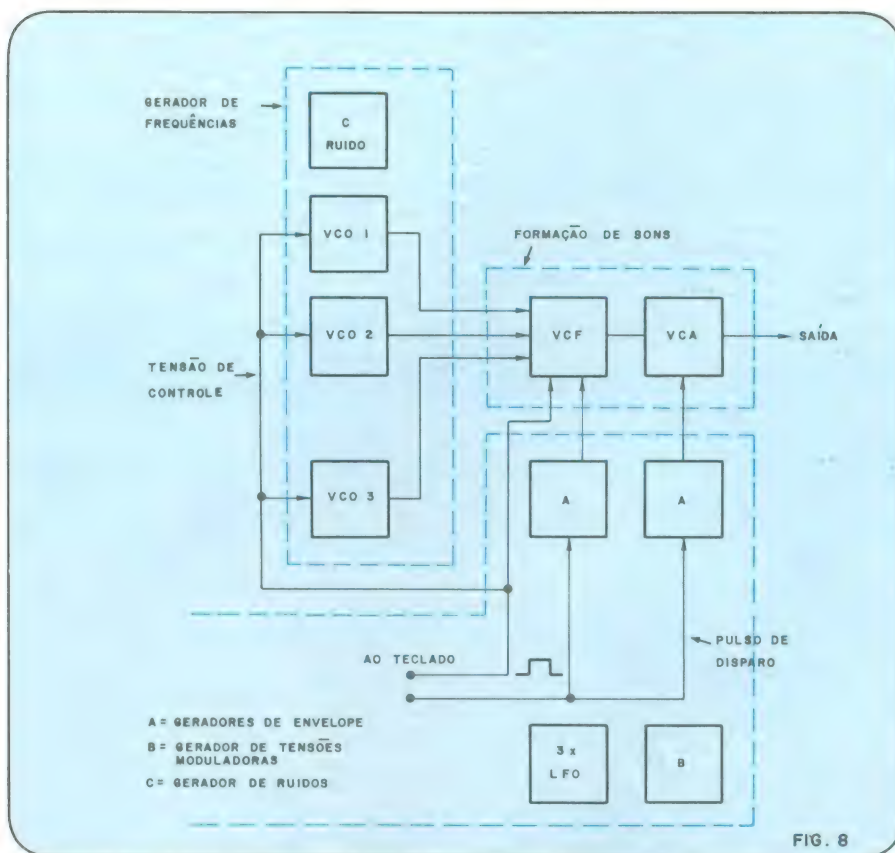


FIG. 8

Diagrama de blocos básico de um sintetizador, mostrando seus estágios fundamentais.

um gerador de ruído branco. Tal gerador pode ser acoplado aos VCFs e VCAs para produzir os mais variados efeitos, tais como chuva, vento, trovoadas, trens a vapor, etc., além de sons sem identificação alguma na natureza. Os sinais vindos do VCO e dos geradores de ruído são enviados ao VCF e depois ao VCA, ambos controlados pelos geradores de envelope.

## Conclusão

Tudo o que foi dito sobre o sintetizador, aqui neste artigo, fornece apenas uma pálida idéia de suas possibilidades tonais. Como dissemos no início, ele nada tem a ver com os órgãos eletrônicos, exibindo muitas características em comum com os instrumentos acústicos tradicionais.

Só que ele reúne praticamente todos os instrumentos e mais uma infinidade de sons artificiais em um único aparelho. Tudo isto faz com que o sintetizador seja um instrumento caro e raro, restrito quase que somente a pesquisadores de música, grandes conjuntos e estúdios de gravação. Uma situação que talvez venha a mudar com a miniaturização cada vez maior dos componentes eletrônicos e em especial dos integrados geradores de efeitos sonoros. Vamos aguardar.



APLICAÇÕES ELETRÔNICAS ARTIMAR

HA 20 ANOS COOPERANDO COM O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO PAÍS

Representante e distribuidor exclusivo Semicondutores General Electric.

Entrega de estoque ou programada

Tiristores de: 0,5 a 3000 Amps  
 Triacs de: 0,8 a 40 Amps  
 Diodos de: 0,1 a 2400 Amps  
 Acopladores Ópticos a Transistor, SCR e Triac  
 Led's infravermelhos superpotentes de: 1,5 a 12mW  
 Transistores unijunção  
 Transistores de altíssima potência para conversores e fontes chaveadas  
 Supressores de Transientes GEMOV de 20 a 25.000 Amps Pico



NOVO ENDEREÇO

APLICAÇÕES ELETRÔNICAS ARTIMAR LTDA.

Rua Marquês de Itá, 70 - 10º andar - Cj. 101 Tel.: 231-0277 (PABX)  
 Telecs: (011) 23937 CEP 01223 - São Paulo - SP



# Massa equivalente. Fato ou ficção?

*Massa equivalente — um termo pouco divulgado e, quando divulgado, mascarado pela falta de uma definição clara e sem ambigüidades. Este artigo pretende lançar um pouco de luz sobre o assunto, preenchendo uma lacuna na literatura técnica a respeito de cápsulas fonocaptoras.*

Roger Anderson  
Shure Brothers, Inc. III.

Raro é o audiófilo que encontrou a quantidade conhecida como “massa equivalente”, “massa efetiva”, “massa da extremidade”, ou qualquer combinação de palavras semelhante nas especificações de uma cápsula fonocaptora. O contexto em que este termo é usado mostra que “quanto menor, melhor”, mas ninguém ainda deu-se ao trabalho de explicar ou definir este parâmetro. Por isso esses dados, quando aparecem, são confusos, em geral intencionalmente, e a ausência de definição permite que se faça um disfarce, mostrando os dados como vantajosos, quaisquer que sejam eles.

Este artigo pretende mostrar de uma maneira sucinta a idéia básica da massa equivalente e mostrará como calculá-la a partir desse conceito básico. Ao final, analisaremos quatro cápsulas do ponto de vista da massa equivalente.

Alguém pode espantar-se e perguntar por que tanta preocupação com a massa, especialmente com frações de miligrama, que corresponde a apenas um centímetro quadrado de papel de revista! A razão para isso está no fato de que a máxima força de trilhagem aplicável à parede de um sulco de um disco não pode exceder 0,7 vezes da pressão da agulha, sem que haja perda de contato entre a agulha e o sulco (veja Apêndice I). Para altas frequências, uma razoável parte da força requerida pela parede do sulco é necessária, para vibrar a massa (ou o peso) de

um sistema particular de movimento da cápsula fonocaptora.

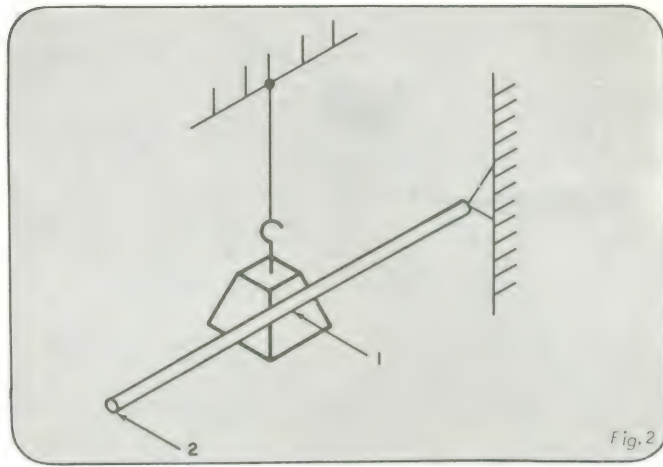
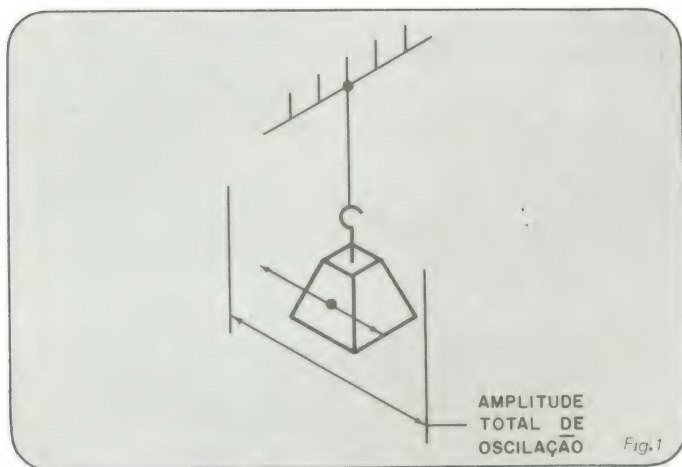
Imagine um peso como o mostrado na figura 1 (digamos, um quilograma) pendurado em uma longa corda. Agora mova o peso de um lado para outro, dentro de uma distância fixa de, por exemplo, uns quinze centímetros. Para uma oscilação de um segundo, apenas uma força moderada é necessária, mas a força máxima necessária é diretamente proporcional ao quadrado do número de oscilações por segundo. Em outras palavras, 100 oscilações por segundo necessitarão de 10.000 vezes mais força que apenas uma oscilação por segundo. Consequentemente, forças que são insignificantes em uma frequência, podem muito bem ser catastróficas numa frequência maior. A força máxima  $F$  necessária para oscilar uma massa com um movimento senoidal (movimento harmônico) pode ser calculada pela fórmula:

$$F = KMaf^2$$

onde  $f$  é igual ao número de oscilações por segundo (frequência),  $a$  é igual à amplitude total,  $K$  é uma constante e  $M$  é a massa.

Esta fórmula dá a força necessária quando ela é aplicada diretamente à massa em questão. Contudo, às exigências de força podem mudar drasticamente se um sistema é interposto entre a massa e o agente da força. A figura 2 mostra a massa sendo





movimentada através de uma alavanca, cuja própria massa pode ser ignorada em uma análise inicial. No ponto 1, a massa obviamente aparece ao agente da força como um quilograma, mas a situação é mais complicada no ponto 2. Podemos analisar o ponto 2 rearranjando a fórmula anterior da seguinte maneira:

$$M = \frac{F}{Kf^2a}$$

Estabelecendo que as condições no ponto 1 terão o índice 1, temos:

$$M_1 = \frac{F_1}{Kf^2a_1}$$

e, usando o índice 2 para as condições do ponto 2:

$$M_2 = \frac{F_2}{Kf^2a_2}$$

Uma vez que estamos usando as mesmas unidades de medida e frequência em ambos os pontos, K e f serão os mesmos. Como F é transformada por uma alavanca numa relação de 2:1, F<sub>2</sub> será a metade de F<sub>1</sub> e a<sub>2</sub> será duas vezes a<sub>1</sub>. Substituindo:

$$M_2 = \frac{\frac{F_1}{2}}{2Kf^2a_1} = \frac{1}{4} \frac{F_1}{Kf^2a_1}$$

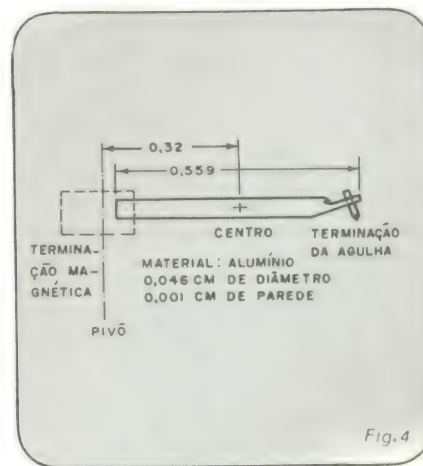
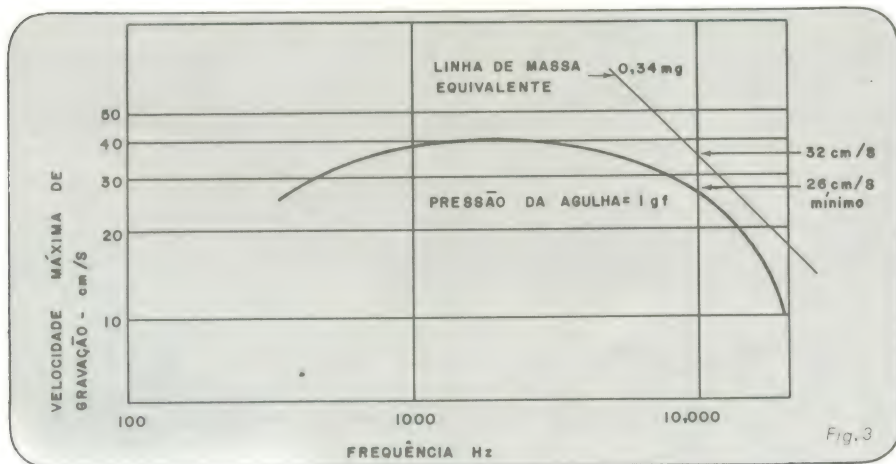
mas  $\frac{F_1}{Kf^2a_1}$  é M<sub>1</sub>; então M<sub>2</sub> =  $\frac{1}{4}$  M<sub>1</sub>

Conseqüentemente, movimentando uma massa através de uma alavanca de 2:1, a massa aparente irá decrescer para um quarto de seu valor real. Desta maneira, a geometria de um sistema de movimento tem efeitos profundos sobre a massa aparente no ponto de acionamento.

Em estruturas práticas, a massa de qualquer alavanca deve ser considerada. O sistema móvel de uma cápsula fonocaptora é constituído geralmente de um tubo metálico com um diamante numa das pontas e um ou mais elementos transdutores na outra, isto tudo montado em um sistema móvel apoiado em um pivô. Esta estrutura é muito complexa para ser avaliada.

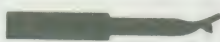
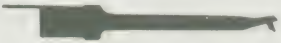

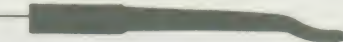
Afortunadamente, esta situação foi investigada durante muito tempo por engenheiros mecânicos, que determinaram que a propriedade de um corpo rígido que sofre um movimento de rotação é expressa por um número chamado de "momento de inércia". Esta quantidade é determinada subdividindo-se o corpo em muitas partes pequenas, multiplicando a massa de cada uma delas pelo quadrado da distância ao pivô e somando todos os produtos. Por esta definição, podemos dizer que, se um corpo com a massa concentrada em um ponto tiver a mesma reação a um movimento de rotação (o mesmo momento de inércia), podemos calcular sua massa dividindo o momento de inércia pelo quadrado da distância do pivô ao ponto de acionamento. Esta massa, assim calculada, é chamada de "massa equivalente" ou "massa efetiva" do corpo original, referida ao ponto de acionamento. No caso de uma cápsula fonocaptora, o ponto de acionamento é a agulha, enquanto o pivô é o centro do suporte de elastômetro (borracha sintética) ou uma parte flexível de um fio esticado.

Assim, a quantidade originalmente conhecida como "massa equivalente do sistema móvel referida à extremidade da agu-





**Tabela I — Comparação de massas equivalentes**

Estrutura		Magn./ Arm.	Haste	Agulha	Outro	Massa Total	Massa Equiv. Total
							
A	Dimensões (cm)						
	Comp.	0,307	0,406	0,053			
	D. Ext.	0,079	0,056	0,020			
	Parede	0,0089	0,0025				
	Dist. ao centro de gr.	0,051	0,203	0,389			
	Material	Liga Mag.	Alumínio	Diamante			
	Massa (mg)	4,8	0,47	0,04		5,31	
	Momento de inércia $\times 10^{-4} \text{ g.cm}^2$	0,53	0,259				
	Massa equivalente (mg)	0,35	0,17	0,04			0,56
	% de massa equiv.	62,5	30,3	7,2			100%
							
B	Dimensões (cm)						
	Comp.	0,179	0,559	0,776	0,254		
	D. ext.	0,076 (quad)	0,046	0,015	0,036		
	Parede	—	0,0025	—	—		
	Dist. ao centro de gr.	0	0,343	0,597	0,165		
	Material	Alnico	Alumínio	Diamante	Berilo		
	Massa (mg)	8,26	0,52	0,037	0,467	9,28	
	Momento de inércia $\times 10^{-4} \text{ g.cm}^2$	0,258	0,66		0,153		
	Massa equivalente (mg)	0,072	0,185	0,037	0,043		0,337
	% de massa equivalente	21,4	54,8	11,0	12,8		100%
							
C	Dimensões (cm)						
	Comp.	0,157	0,711	0,064	0,089		
	D. ext.	0,041	0,0597/0,017	0,220	0,229		
	Parede	—	0,0038	—	—		
	Dist. ao centro de gr.	0,242	0,305	0,696	0,038		
	Material	Alnico	Alumínio	Diamante	Plástico		
	Massa (mg)	1,63	1,01	0,05	6,9	11,22	
	Momento de inércia $\times 10^{-4} \text{ g.cm}^2$	0,332	1,9		0,35		0,58
	% Massa equivalente	11,5	67,4	8,6	12,4		100%
							
D	Dimensões (cm)						
	Comp.	0,279	0,648	0,056			
	D. ext.	0,071	0,079	0,0221			
	Parede	0,0051	0,0038				
	Dist. ao centro de gr.	0,051	0,414	0,716			
	Material	Liga mag.	Alumínio	Diamante			
	Massa (mg)	3,26	1,57	0,05		4,88	
	Momento de inércia $\times 10^{-4} \text{ g.cm}^2$	0,33	3,25				
	Massa equivalente (mg)	0,0644	0,633	0,05			0,747
	% de massa	8,6	84,7	6,7			100%

**Nota:** Estes cálculos são baseados em dimensões avaliadas por estimativa e devem ser consideradas aproximadas.



lha "massa equivalente", "massa da extremidade", ou simplesmente "massa", e perdeu muito de sua precisão e utilidade neste processo.

## Como calcular a massa equivalente

Como no exemplo, considere um tubo típico de alumínio usado como braço de suporte e alavanca para agulhas, mostrando na figura 3.

O primeiro passo é achar a área da seção, que é dada subtraindo-se a área do círculo interno da área do círculo externo:

$$A = \pi (R^2 - r^2) = 0,0004 \text{ cm}^2$$

onde R = raio externo = 0,023 cm

r = raio interno = 0,020 cm

O volume é obtido multiplicando-se a área pelo comprimento:

$$V = AL = 0,0004 \times 0,559 = 0,0002 \text{ cm}^3$$

onde L é o comprimento.

A massa é achada multiplicando-se o volume pela densidade (a densidade do alumínio é 2,7 g/cm<sup>3</sup>)

$$M = Vd = 0,00054 \text{ g}$$

O momento de inércia,  $I_c$ , em torno do centro de gravidade do corpo é calculado usando os métodos encontrados em livros de engenharia mecânica. O *American Institute of Physics Handbook* dá a seguinte fórmula para um cilindro vazado em torno de seu centro de gravidade:

$$I_c = \frac{M}{4} \left( \frac{L^2}{3} + R^2 + r^2 \right) = 0,000014 \text{ g.cm}^2$$

Usando os valores mostrados para r, R, M e L.

No entanto, o pivô está localizado a 0,318 cm do centro de gravidade, e, então, devemos adicionar esta quantidade.

$$I_p = Md^2 = 0,00054 \times (0,318)^2 = 0,00055 \text{ g.cm}^2$$

onde d é a distância do centro de gravidade ao pivô.

O momento de inércia total é:

$$I_t = I_c + I_p = 0,00069$$

A massa equivalente da extremidade da agulha é achada dividindo-se o momento de inércia total pela distância entre agulha e o pivô elevada ao quadrado:

$$M_{eq} = I_t / (0,60)^2 = 0,000192 \text{ g} = 0,192 \text{ mg}$$

Cada um dos valores da tabela I foi calculado da mesma maneira, com exceção da extremidade da agulha, que foi adicionada diretamente.

## Resultados

Na tabela I, a massa equivalente é mostrada para quatro tipos básicos de cápsulas fonocaptoras. A é uma cápsula de ferro móvel, B é de imã móvel, C possui duplo-imã e D é de ferro móvel também. As comparações das duas últimas colunas enfatizam o fato de que a massa (apesar de ser medida com as mesmas unidades) é muito diferente da massa equivalente. Por exemplo, a posição da cápsula D, com respeito à massa, é a menor; depois vem A, seguida por B, enquanto C é a que possui mais massa, sendo duas vezes maior que D. Contudo, a massa equivalente de D é mais de duas vezes a de B! Consequentemente, impressões de tamanho relativo ou medidas de massa podem ser muito desorientantes, quando comparadas à massa equivalente, e isto é bem conhecido pelos projetistas de cápsulas fonocaptoras. As contribuições individuais de cada

# Litec

livraria editora técnica Ltda.

Rua dos Timbiras, 257 — 01208 São Paulo  
Cx. Postal 30.869 — Tel.: 220-8983

## OSBORNE MICROCOMPUTER BOOKS

INTRODUCTION TO MICROCOMPUTERS:	
Vol. 0 — The Beginner's Book — 240 pgs.	Cr\$ 1.990,00
Vol. 1 — Basic Concepts — 320 pgs.	Cr\$ 3.380,00
Vol. 2 — Some Real Microprocessors — 1500 pgs.	Cr\$ 3.900,00
Vol. 2 — Binder	Cr\$ 1.820,00
Vol. 2 — Six UPDATES	Cr\$ 6.500,00
Vol. 3 — Some Real Support Devices — 700 pgs.	Cr\$ 1.890,00
Vol. 3 — Binder	Cr\$ 6.500,00
Vol. 3 — Six UPDATES	Cr\$ 5.190,00
OSBORNE 4 & 8 BIT MICROPROCESSOR HANDBOOK — 1.400 pgs.	Cr\$ 5.190,00
OSBORNE 16 BIT MICROPROCESSOR HANDBOOK — 800 pgs.	Cr\$ 5.190,00
OSBORNE MICROPROCESSOR HANDBOOK — 200 pgs.	Cr\$ 1.820,00
CRT CONTROLLER HANDBOOK — 220 pgs.	Cr\$ 1.820,00
8089 I/O PROCESSOR HANDBOOK — 120 pgs.	Cr\$ 1.820,00
BUSINESS SYSTEMS BUYER'S GUIDE — 166 pgs.	Cr\$ 2.070,00
MICROPROCESSOR FOR MEASUREMENT AND CONTROL — 320 pgs.	Cr\$ 4.160,00
PROGRAMMING FOR LOGIC DESIGN Z-80 — 380 pgs.	Cr\$ 2.470,00
PROGRAMMING FOR LOGIC DESIGN 8080 — 300 pgs.	Cr\$ 2.470,00
PROGRAMMING FOR LOGIC DESIGN 6800 — 320 pgs.	Cr\$ 2.470,00
PET/IBM PERSONAL COMPUTER GUIDE — 512 pgs.	Cr\$ 3.900,00
SOME COMMON BASIC PROGRAMS — 200 pgs.	Cr\$ 3.900,00
PRACTICAL BASIC PROGRAMS — 200 pgs.	Cr\$ 4.160,00
APPLE II USER'S GUIDE — 385 pgs.	Cr\$ 3.900,00
CBASIC USER GUIDE — 215 pgs.	Cr\$ 3.900,00
THE 8086 BOOK (INCLUDES THE 8088) — 620 pgs.	Cr\$ 4.420,00
INTERFACING TO S-100 / IEEE 695 MICROCOMPUTERS — 318 pgs.	Cr\$ 3.900,00
OSBORNE CP/M USER GUIDE — 284 pgs.	Cr\$ 3.380,00
PET AND THE IEEE 488 BUS (GPIB) — 235 pgs.	Cr\$ 4.160,00
SCIENCE AND ENGINEERING PROGRAMS APPLE II — 225 pgs.	Cr\$ 4.160,00
SOME COMMON BASIC PROGRAMS ATARI EDITION — 800 pgs.	Cr\$ 3.900,00
SOME COMMON BASIC PROGRAMS TRS-80 LEVEL II EDITION — 194 pgs.	Cr\$ 3.900,00
SOME COMMON BASIC PROGRAMS PET/IBM EDITION — 200 pgs.	Cr\$ 3.900,00
68000 ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING — 600 pgs.	Cr\$ 4.420,00
6502 ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING — 640 pgs.	Cr\$ 4.420,00
6809 ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING — 680 pgs.	Cr\$ 4.420,00
8080A/8085 ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING — 500 pgs.	Cr\$ 4.160,00
6800 ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING — 500 pgs.	Cr\$ 4.160,00
Z-80 ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING — 640 pgs.	Cr\$ 4.420,00
Z-8000 ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING — 900 pgs.	Cr\$ 5.200,00

## COMPUTADORES/MICROCOMPUTADORES

(Texto em Português)

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO ALGOL — L. M. Segre	Cr\$ 1.090,00
CARTILHA DE COBOL — K. Bolle	Cr\$ 1.950,00
PROGRAMAÇÃO COBOL — Nancy e Robert Stern	Cr\$ 3.130,00
COBOL — FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES — J. B. Bosch	Cr\$ 750,00
FLUXOGRAMAS E PROGRAMAÇÃO COBOL — Gusman/Vasconcelos	Cr\$ 900,00
PROGRAMAÇÃO COBOL — A. Bastos	Cr\$ 1.600,00
COBOL PARA ESTUDANTES — A. Parkin	Cr\$ 1.200,00
INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO FORTRAN — J.C. Pereira F.	Cr\$ 1.320,00
INTROD. AO PROCESSAMENTO DE DADOS — FORTRAN BÁSICO — Dias	Cr\$ 790,00
FORTRAN MONITOR — PRINCÍPIOS — T. Pacitti	Cr\$ 1.600,00
INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO COM PL/L — Furtado	Cr\$ 680,00
PROGRAMAÇÃO PL/L — Sá Neto	Cr\$ 1.150,00
PROCESSAMENTO INTERATIVO: LINGUAGEM DE PROG. APL — Zimmerm.	Cr\$ 1.850,00
PROGRAMAÇÃO E MÉTODOS COMPUTACIONAIS — Pacitti/Atkin. Vol. 1	Cr\$ 1.800,00
PROGRAMAÇÃO E MÉTODOS COMPUTACIONAIS — Pacitti/Atkin. Vol. 2	Cr\$ 1.800,00
COMPUTAÇÃO: DO PROBLEMA AO PROGRAMA — Wardle	Cr\$ 1.960,00
ORGANIZAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES — Gear	Cr\$ 3.580,00
CARTILHA DO COMPUTADOR — K. Bolle	Cr\$ 1.100,00
GUIA PARA PROGRAMADORES — Marilyn Bohl	Cr\$ 1.140,00
PROGRAMAÇÃO MODULAR — J. Maynard	Cr\$ 580,00
PROGRAMAÇÃO SISTEMÁTICA — N. Wirth	Cr\$ 970,00
INTROD. À PROGRAMAÇÃO LINEAR — Bragilda/Oliveira/Bornstein	Cr\$ 1.350,00
INTROD. À PROGRAMAÇÃO ASSEMBLER P/ SISTEMAS 360/370 — Souza	Cr\$ 1.520,00
INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO LINEAR — A. L. Puccini	Cr\$ 1.500,00
ORGANIZAÇÃO DE BANCOS DE DADOS — Furtado/Santos	Cr\$ 1.840,00
PRINCÍPIOS DE SISTEMAS OPERACIONAIS — C. C. Guimarães	Cr\$ 1.200,00
INTROD. À CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO C/ WATF IV E FORTRAN — Carv.	Cr\$ 850,00
PROCESSAMENTO DE DADOS — Royo dos Santos/Stravinski	Cr\$ 890,00
PROJETO DE SISTEMAS DE PROCESSAM. DE DADOS — Dias/Gazzano	Cr\$ 950,00
INTROD. AOS SISTEMAS DE GERÊNCIA DE BANCOS DE DADOS — Leite	Cr\$ 830,00
ANÁLISE DE SISTEMAS — TEORIA E PRÁTICA — Chandor e outros	Cr\$ 1.650,00
MANUAL DE ANÁLISE DE SISTEMAS — Brighan/Davies	Cr\$ 780,00
REDES DE COMUNICAÇÃO DE DADOS — Liane Tarouco	Cr\$ 980,00
COMO PROLONGAR A VIDA ÚTIL DE UMA CONFIG. DE PD — Saad	Cr\$ 560,00
INTRODUÇÃO AOS MICROCOMPUTADORES — Moura Relvas	Cr\$ 2.200,00
FUNDAM. DA ARQUITETURA E ORGAN. DOS MICROPROCESSADORES — Zuffo	Cr\$ 2.680,00
PRÁTICA DE PROGRAMAS DE COMUNICAÇÃO DE DADOS — Zuffo	Cr\$ 2.700,00
INTERFACIA E SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO DO 8080A — Penteado Serra	Cr\$ 1.050,00
MICROPROCESSADORES 8080 e 8085 — Vol. 1 — HARDWARE — Visconti	Cr\$ 850,00
PROGRAMAÇÃO ESTRUTURADA EM PL/L — Hughes	Cr\$ 3.800,00
INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO C/ PASCAL — S.E.R. Carvalho	Cr\$ 1.200,00
INTRODUÇÃO À LINGUAGEM BASIC — M. Steinbruch	Cr\$ 300,00
BASIC BÁSICO — S.E.R. Carvalho	Cr\$ 1.990,00

### PREÇOS SUJEITOS A ALTERAÇÃO

ATENDIMENTO PELO REEMBOLSO POSTAL: Só aceitamos pedidos acima de Cr\$ 500,00. Pedidos inferiores devem vir acompanhados de cheque visado ou vale postal. O porte do Correio varia atualmente entre Cr\$ 80,00 e Cr\$ 120,00 por pacote (dependendo do valor e peso) e será cobrado juntamente com o valor da mercadoria ao retirá-la no Correio.

REEMBOLSO AÉREO VARIG: Este serviço só é possível para as cidades servidas por esta companhia. As despesas de despacho variam entre Cr\$ 300,00 e Cr\$ 500,00, dependendo da distância, peso e valor do pacote.



componente da estrutura são também tabuladas, como massa equivalente e como porcentagem do total.

Estas partes analisadas em separado ilustram alguns fatores surpreendentes. Por intuição, poder-se-ia esperar que o elemento transdutor (imã ou armadura) iria contribuir com uma grande parte da massa equivalente total, uma vez que é feito de um material pesado, mas não é o caso em três das quatro estruturas. Além disso, o tipo que apresenta a maior massa equivalente proveniente do elemento transdutor é a cápsula de ferro móvel, onde o campo magnético é fornecido por um imã estacionário.

Nos outros três tipos, B, C e D, a maior contribuição individual vem da haste, sugerindo que melhorias futuras no sistema poderiam ser feitas reduzindo aí a massa equivalente. A haste é o maior fator limitante, no que se refere à massa equivalente, sendo um problema comum para a maioria das cápsulas fonocaptoras.

Também é interessante notar que a agulha contribui apenas com 6 a 10% da massa equivalente total, e que o diâmetro da extremidade influencia esta massa equivalente mais que o comprimento.

Agora que a definição e distribuição da massa equivalente foi discutida, o item que resta é a "significância". É evidente que a massa equivalente deve ser calculada, uma vez que não permite uma medida direta. Como relacionar este número a um parâmetro de desempenho?

A resposta pode ser encontrada na curva de capacidade de trilhagem da cápsula fonocaptora. Esta curva é mostrada na figura 4 e é determinada achando-se a velocidade na qual a cápsula

perde o contato com o sulco para cada frequência de interesse. Esta curva define o limite entre a área de operação e área onde a agulha perde o contato com o sulco. Da primeira equação e do apêndice I, podemos construir a linha onde a curva da capacidade de trilhagem representa a capacidade de trilhagem teórica de uma massa equivalente concentrada. Isto é, se a cápsula fonocaptora não tiver outras características além da massa equivalente, sua capacidade de trilhagem poderia "casar" com a linha teórica no gráfico da figura 4.

A massa equivalente calculada forma um ponto de referência simplificado no desempenho em alta frequência da cápsula fonocaptora, e a diferença entre esta referência idealizada e a medida da capacidade de trilhagem é uma indicação da extensão de como as outras características mecânicas afetam o desempenho.

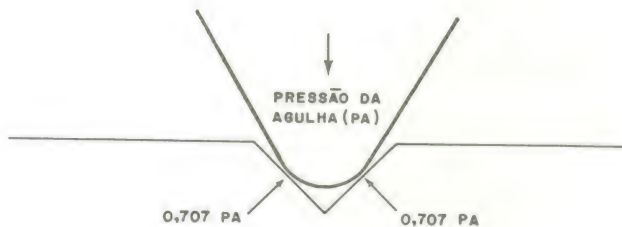
Prevendo o desempenho de uma cápsula a partir da massa equivalente, ignora-se a diferença substancial entre a teoria simplificada e o desempenho real. Uma medida de capacidade de trilhagem, por outro lado, é uma relação de desempenho que envolve hipóteses não desejadas.

A massa equivalente é um conceito abstrato que pode, contudo, ser calculado de uma maneira direta e bem definida, e facilmente distinguida da "massa". Ela tem sido constantemente abusada devido à ignorância ou "licença poética" (eu suponha...); contudo, a massa equivalente é apenas um fator entre muitos que determinam o desempenho em altas frequências de uma cápsula.

Consequentemente, ao fazer a pergunta "Massa equivalente: fato ou ficção?" devemos responder, enfaticamente: "Sim!"

## Apêndice I

Quando a ponta da agulha interage com o sulco, duas forças de reação são geradas nos dois pontos de contato. Se uma destas forças torna-se zero, a ponta perde o contato e, então, surgem orientações positivas e trilhagem imperfeita. Por causa disso, na modulação em 45°, as forças dinâmicas maiores que 0,7 vezes a pressão da agulha farão com que a força de reação vá para zero. A modulação vertical e horizontal pode ser analisada dividindo-se a mesma em componentes de 45° e examinando cada um deles separadamente, sob o critério de 0,7 F.



## Apêndice II

A capacidade de trilhagem teórica de uma massa concentrada pode ser calculada através da equação de Newton:

$$F = ma/980.000$$

onde:  $F$  é igual à força em gramas-força,  $m$  é igual à massa em miligramas e  $a$  é igual à aceleração em  $\text{cm/s}^2$ .

Contudo, num movimento senoidal (movimento harmônico):

$$A = 2\pi fv$$

onde  $f$  é igual à frequência em Hz e  $v$  é igual à velocidade em  $\text{cm/s}$ .

$F$  é fornecida pela parede do sulco e é limitada a 0,707 da pressão da agulha (PA) em gramas-força.

Substituindo:  $0,707 \text{ PA} = 2\pi fmv/980.000$   
Resolvendo para  $v$ :

$$v = \frac{110,272 \times \text{PA}}{fm}$$

Por exemplo, uma determinada cápsula tem uma massa equivalente de 0,34 mg. Qual é a sua capacidade de trilhagem, se a pressão da agulha é de 1 grama-força?

$$v = \frac{110,272 \times 1}{10.000 \times 0,34} = 32,43 \text{ cm/s}$$

Este ponto é plotado no gráfico da figura 4. Quando a frequência é dobrada, a capacidade de trilhagem é reduzida à metade, e vice-versa.



# CONTROLE DE IGNIÇÃO USANDO CMOS ENFRENTA AS DIFÍCEIS CONDIÇÕES EXISTENTES NO MOTOR DO AUTOMÓVEL

Quase tudo que se sabe sobre a tecnologia CMOS mostra que seu uso é indicado para sistemas de controle de mecanismos que trabalham junto ao motor do automóvel, onde as duras condições de operação são desfavoráveis a outras tecnologias, em particular ao NMOS.

Comparado com sua tecnologia rival (NMOS), o CMOS tem um maior limite de temperatura de operação, melhor imunidade a ruído e maior tolerância a flutuações na fonte de alimentação; além disso, os projetos auxiliados por computador com essa tecnologia são mais fáceis de realizar.

Por estas razões, a RCA escolheu a tecnologia CMOS para o seu próximo produto a ser lançado: um controle de ignição, denominado sistema *Rombic* (*ROM based ignition controller* — controle de ignição baseado em memórias ROM). Este sistema afasta-se grandemente do sistema usual de controle de motores: ele usa um circuito integrado dedicado tipo CMOS, que elimina o microprocessador e controla diretamente a faísca, ao invés de controlar uma multidão de parâmetros de controle.

Usualmente, sistemas baseados em microprocessadores NMOS tem sido montados na cabine de passageiros, onde o meio é comparativamente muito mais benéfico. Uma montagem no interior do capô, porém, não necessita de fiação extra para levar as informações do motor ao processador, uma vez que ele está localizado próximo aos locais onde deve realizar suas medições. Fiações compridas e conectores extras, em qualquer equipamento, podem prejudicar o desempenho e aumentar os custos.

## Melhor preço por quilômetro

Um sistema de dois integrados constituído de um contador

(Fig. 1) e uma ROM, foi projetado visando uma proveitosa economia de gasolina em carros de quatro cilindros, rapidamente crescendo na preferência dos fabricantes americanos e há muito tempo padrão na Europa. Isto porque o controle de emissão é mais simples que nos modelos com seis ou oito cilindros e os modelos com quatro cilindros podem vir de encontro aos padrões de poluição do governo com o simples sistema *Rombic*.

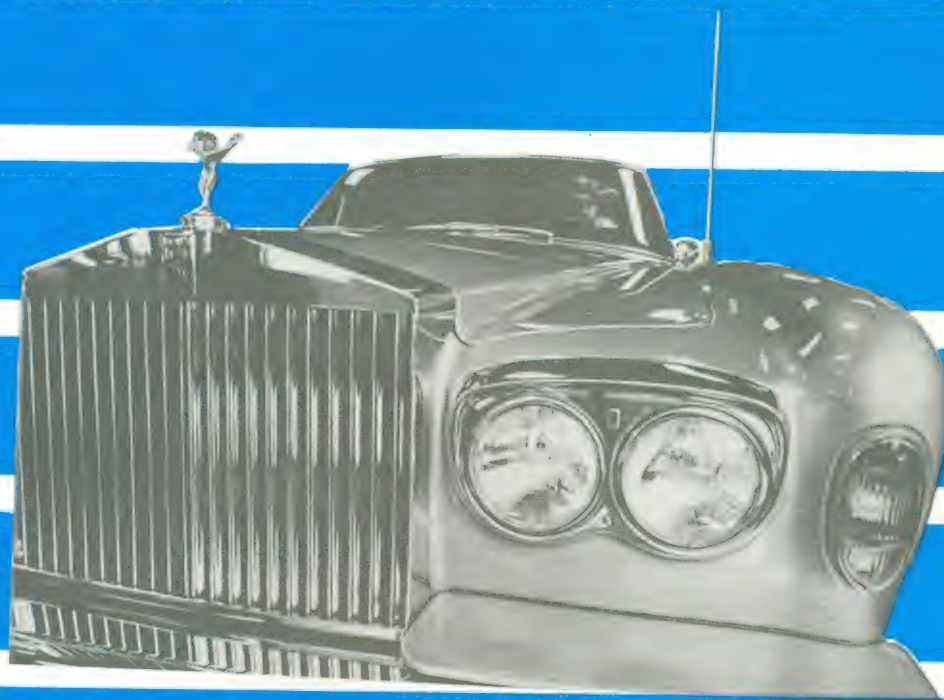
Esta solução simples pode também poupar ao fabricante de automóveis consideráveis despesas. O custo dos dois CIs é bastante inferior ao do sistema a microprocessador. O sistema *Rombic* pode ainda ser expandido em suas funções, se outros componentes forem adicionados ao sistema.

Os integrados da tecnologia C<sup>2</sup>L (lógica de CMOS fechada-*Closed CMOS Logic*), um processo que emprega portas de silício, com um espaçamento de 6 mm entre as linhas que vem sendo empregado desde 1975. Na tecnologia C<sup>2</sup>L, os componentes aparecem no CI como partes de uma geometria fechada, muito melhor que a linear da tradicional tecnologia CMOS.

A tecnologia C<sup>2</sup>L oferece processos seguros e com alta relação eficiência/custo, consideração suprema para um fabricante de automóveis. Isto permite aos projetistas de CIs lançarem mão da biblioteca de programas existentes em CAD (*computer-aided design*-projeto auxiliado por computador). O CMOS e o processo CAD combinam bem, porque o arranjo de dois transistores dessa tecnologia é mais fácil de projetar que o formato característico da tecnologia NMOS. Por exemplo, não é necessário preocupar-se com o aumento da carga para otimizar a velocidade e a dissipação de potência.

A tecnologia C<sup>2</sup>L oferece os níveis de densidade necessários para um baixo custo: o CI de controle mede 6,35 x 5,46 mm.





VEL

Jim Gilbert e Nick Kucharewski  
RCA Solid State Division, Somerville, N.J., EUA

Comparado com um *layout* feito a mão, os integrados produzidos em CAD ocupam uma maior área; mas, expandindo o componente sobre uma área maior, teremos um maior rendimento na linha de montagem.

Futuras expansões no sistema *Rombic*, que poderiam incluir mais funções no CI, podem ser realizadas no processo CMOS já existente, com isolamento de 5 mm.

### Correndo com o sistema *Rombic*

O sistema *Rombic* estabelece o avanço de faísca como uma função da rotação do motor pressão do múltiplo de escape (conjunto de tubos que levam os gases de cada cilindro ao tubo de escape). O conjunto de dois integrados usa um programa dedicado, cujas funções estão estabelecidas na própria fiação e ainda assim, é suficientemente flexível para ser mudado e trabalhar com seis ou oito cilindros, tão bem como com quatro. Representando uma real redução de custos para o fabricante de automóveis, ele também oferece ao motorista um meio de poupar combustível, superior aos sistemas mecânicos.

Os dois CIs são: o de controle TA11130, com um conversor A/D interno, e uma ROM CMOS de 1 k por 8 bits. O sistema (fig. 2) é projetado para tomar como entrada a rotação do motor em rpm, usualmente uma informação de temporização codificada digitalmente vinda do distribuidor, e uma variável analógica, como, por exemplo, a pressão do múltiplo, recebida através de um sensor de pressão. A saída do sistema é o controle da bobina de ignição.

Em operação, o contador de intervalo de referência do TA 1130 é habilitado para contar pulsos durante um intervalo de re-

ferência específico da entrada digital de rotação. Os pulsos contados progressivamente durante o intervalo de referência são contados regressivamente a um ritmo mais rápido durante o intervalo de referência seguinte.

Como o primeiro intervalo tem o mesmo período do segundo, a contagem regressiva chega a zero antes do fim do intervalo. O ponto zero é o tempo do avanço de faísca, levada à ignição pelo 11130. (Na prática, contagem progressiva durante o intervalo de referência, para um ciclo de máquina, e a contagem regressiva para o tempo de ignição do ciclo anterior são realizadas simultaneamente.)

Além disso, a razão do *clock* da contagem regressiva é variável, permitindo que o avanço seja modificado. A contagem regressiva é completada com um algoritmo de subtração, no início do intervalo de contagem progressiva. O algoritmo subtrai o conteúdo da ROM externa do acumulador, que contém o valor de referência do contador. Os dados da ROM são escolhidos de tal forma que, quando eles são subtraídos de um valor qualquer em rpm do acumulador, o tempo correto de fiseamento ocorrerá.

A velocidade e precisão deste cálculo é função do *clock* sistema. Quando usado com um cristal de 4 MHz, o sistema *Rombic* pode realizar uma subtração de 16 bits em cada 16  $\mu$ s.

### Rápido, preciso e compacto

O controlador endereça a ROM através de um registrador de endereços. Diferentes curvas de avanço são armazenadas na ROM, com endereços de memória determinados pela rotação do motor e pressão do múltiplo. Os dados de pressão, convertidos de analógicos para digitais por um conversor A/D de 5



bits, possibilitam a armazenagem de 32 duas curvas diferentes de avanço de faísca, em função da rotação do motor. O resultado é um mapa bi-dimensional do avanço tanto da pressão do múltiplo, que é uma função da carga do motor, como da rotação do motor.

De modo a comprimir os dados, um valor de repetição de 7 bits, assim como o valor atual de subtração, são carregados a partir da ROM. Desta maneira, um único valor de subtração pode ser repetido até 127 vezes. O valor de repetição é decrementado após cada intervalo e quando chega a zero, novos valores de subtração e repetição são extraídos da ROM.

O sistema *Rombic* é flexível nos tipos de sinal que pode processar. Realmente, três diferentes modos de temporização são disponíveis para estabelecer quais bordas dos sinais de entrada digital determinam o intervalo de contagem progressiva e o começo do intervalo de contagem regressiva.

O intervalo de referência pode consistir do tempo entre duas bordas de subida dos pulsos do motor, como mostrado na figura 3, ou entre duas bordas de descida, ou no intervalo da subida até a descida de um pulso. Da mesma maneira, o começo do intervalo de contagem regressiva pode ser selecionado em qualquer das bordas. Cada uma das opções tem suas vantagens, dependendo do sensor de pressão usado.

### Diferentes vantagens

Por exemplo, os primeiros dois modos realizam uma amostragem da rotação ao longo de todo um período entre os pulsos de rotação e começam a contagem regressiva no início do segundo período. Desta maneira, apenas uma borda da informação da entrada necessita ser determinada com precisão. Contudo, pelo fato do intervalo de contagem regressiva começar um ciclo depois do período de contagem progressiva, existe a possi-

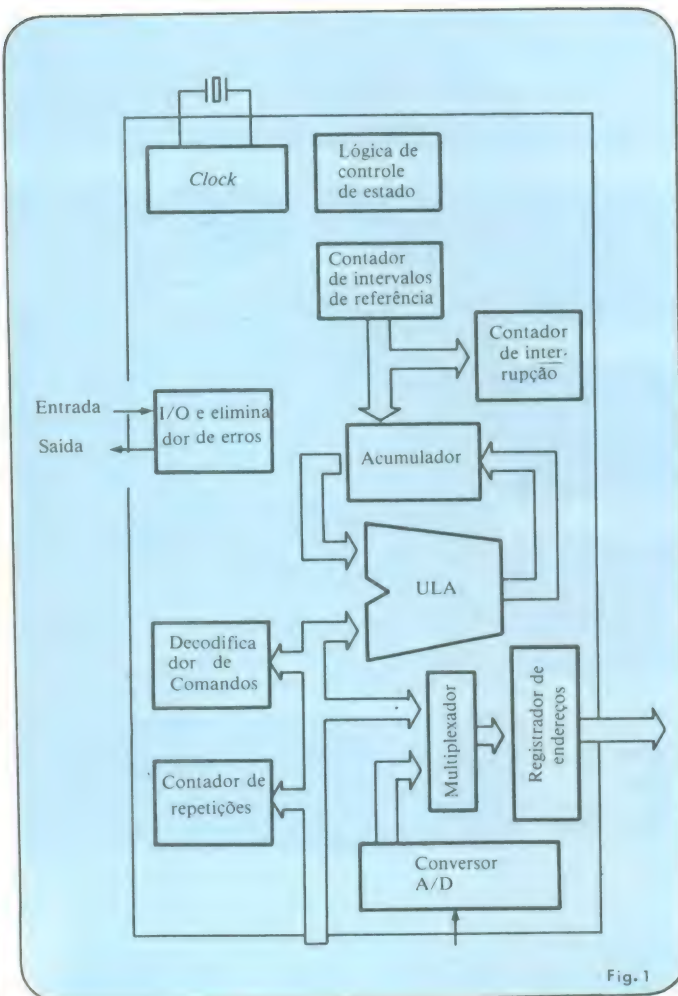


Fig. 1

**Bloco Rombic.** O sistema *Rombic* conta pulsos de clock entre dois pulsos de rotação e os armazena no contador de intervalos de referência. Os dados armazenados na ROM são subtraídos numa unidade lógica e aritmética, para ajustar o período seguinte de contagem regressiva, que por sua vez ajusta o avanço da faísca.

bilidade de erro no tempo de ignição se o automóvel for acelerado ou desacelerado rapidamente.

No terceiro modo, o intervalo de referência e o ponto inicial para a contagem regressiva ocorrem dentro de um ciclo de sinal de rotação do motor. Apesar de que, ambas as bordas necessitam ser determinadas com precisão e a ignição resultante é menos sensível a mudanças na rotação do motor.

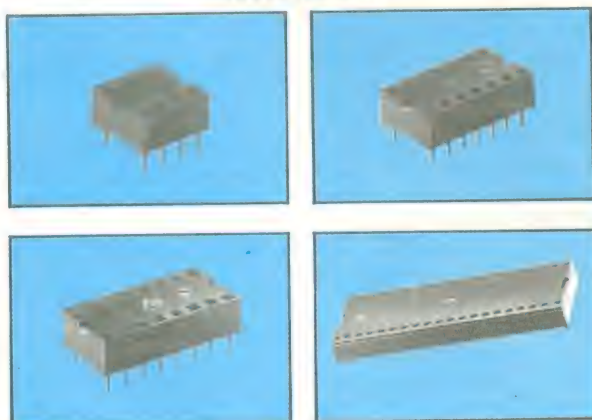
Os três modos diferem em suas respostas a transientes e especificações dos sensores necessários, como também na capacidade de fornecer informações de atraso. O projetista deve levar estas diferenças em conta, para que o sistema atinja o melhor compromisso de desempenho.

Uma operação segura, quando se controla uma ignição de automóvel, é considerada suprema, a fim de não deixar o motorista em maus lençóis. Portanto, alguns modos de localização de defeitos foram incorporados ao sistema *Rombic* prevenindo uma eventual falha.

Existem quatro condições nas quais o sistema entrará na modalidade de eliminação de defeitos, durante as quais o sinal de saída simplesmente duplicará o sinal de entrada. Estas condições são: quando o sistema é "resetado" externamente; quando o clock do oscilador falhar; quando a rotação do motor for muito baixa (causando um *overflow* no contador de referência)

### Soquetes para circuitos integrados

Uma correta montagem de circuito integrado exige SOQUETES DRD



tipos disponíveis de 8, 14, 16, 18, 24, 28 e 40 pínos.

dados técnicos:

Corpo isolante: "Noryl SE 1" auto-extintor"

Mola de contato: Cu Sn-6 estanhado "Culmo" - opcional com terminais dourados

Esquema de ligação: D.I.L. (DUAL IN LINE).

Consulte-nos para maiores informações.

**CELIS**  
ELEMENTOS ELÉTRICOS LTDA.

VENDAS: São Paulo - Av. Eduardo R. Daher, 723 Itapeverica da Serra - Tel. (011) 495-2944  
Rio de Janeiro - Rua Uruguay 393 - sobreloja 102 - Tijuca - Tel.: (021) 268-2586  
Porto Alegre - Rua Dna. Firmiana, 758 - Partenom - Vila São José - Tel. (0512) 23-9454  
CORRESPONDÊNCIA: Caixa Postal 002 - Cep 06850 - Itapeverica da Serra - SP.  
Telex (011) 33226 SCHR BR



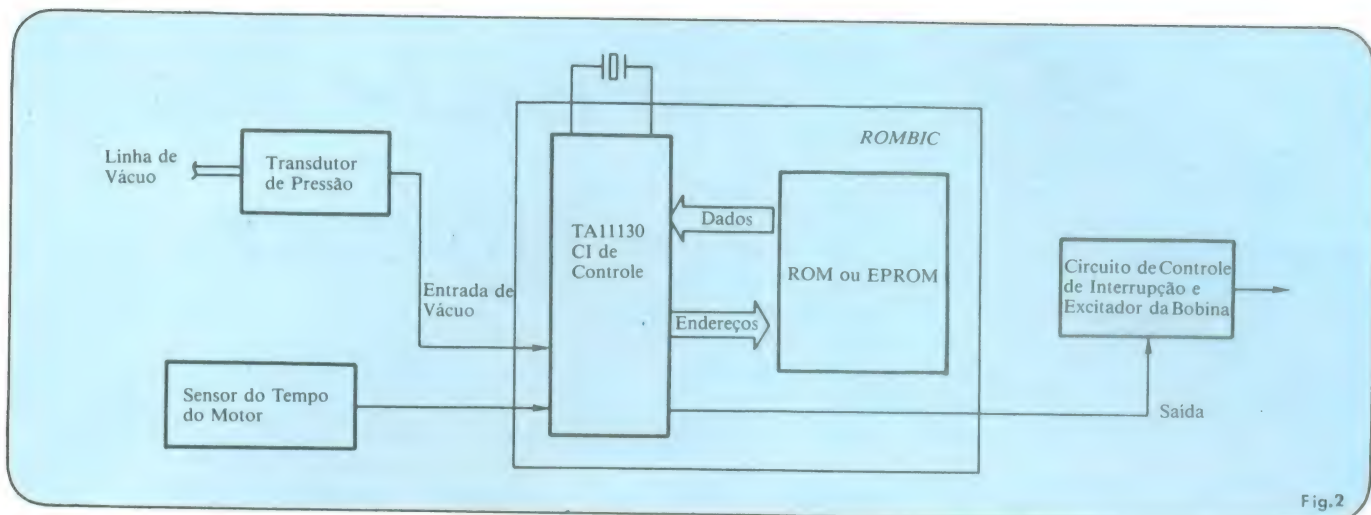


Fig.2

**Estratégia simples.** O sistema *Rombic* usa as entradas de velocidade do motor e pressão do múltiplo (vácuo) para determinar os endereços da ROM que contém os dados de avanço de faísca, que por sua vez temporiza o sinal mandado para o circuito excitador, dirigido à bobina de ignição.

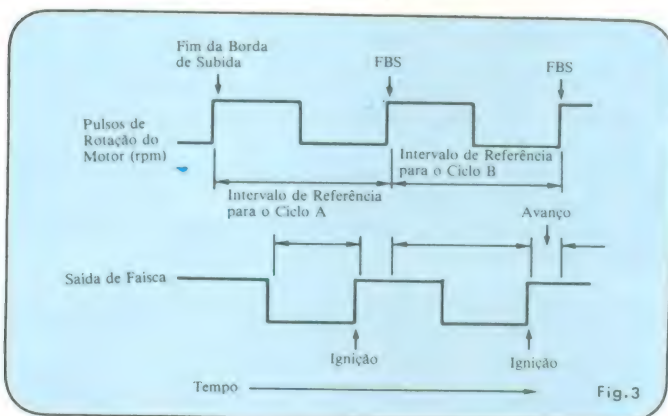


Fig.3

**Duas temporizações.** O intervalo de referência, ou tempo de contagem progressiva, ocorre após o período de um pulso de rotação do motor, podendo também ocorrer entre as bordas de subida e descida do pulso. A ignição da faísca acontece no final do período de contagem regressiva, cuja temporização é função dos dados gravados na ROM.

e, opcionalmente, quando por alguma razão a ignição não ocorre antes do pulso seguinte de rotação do motor.

### Preveno flexibilidade

Apesar do sistema *Rombic* ser um sistema com apenas dois CIs dedicados, possui flexibilidade suficiente para controlar outros parâmetros de ignição, como, por exemplo, tempo de interrupção. Ele determina a interrupção da ignição em uma das três maneiras seguintes:

Primeiro, se o sinal de rotação inclui informação de interrupção, o sistema *Rombic* a incluirá na saída da temporização de avanço; segundo, o sistema pode processar somente informações de rotação que não incluem dados de interrupção. Neste caso, ele apenas fornece informação sobre o avanço para um controle externo do tempo de ignição.

E, por último, o controle de interrupção pode ser feito por um CI externo, acionado pelo pino de anti-interrupção do sistema *Rombic*, o qual na realidade responde a uma entrada de "não interrupção". O terceiro integrado opcional poderia também processar a posição das válvulas e informações de temperatura, para satisfazer exigências adicionais no controle de emissão de gases, ou processar as informações de vibrações de maneira a melhorar a performance do motor de uma maneira ge-

ral. Em qualquer dos casos, é possível favorecer o controle e modificar as saídas do sistema *Rombic*.

A memória do sistema é expandível até 2 k por 8 para curvas de avanço de faísca mais complexas. Um sistema *Rombic* típico necessita de 10 a 70 bytes de ROM por curva — cada uma delas contendo o avanço de faísca para cada valor de pressão do múltiplo. Desta maneira, oferece uma flexibilidade maior para *hardware* e *software*, que resulta numa otimização de custos e desempenhos para várias aplicações em automóveis.

© Copyright Electronics International

## FACILIDADE E PRECISÃO

### DECALC

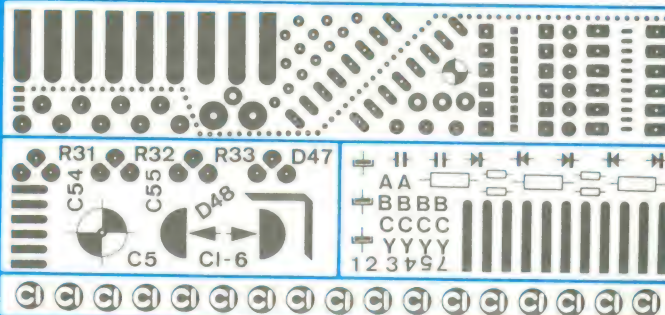
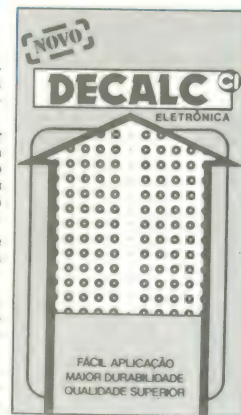
Decalc, a primeira folha de caracteres transferíveis a seco produzida no Brasil com know how inteiramente nacional, coloca agora à disposição do ramo eletrônico, a linha DECALC (Circuito impresso).

As folhas DECALC foram desenhadas para conter a maior variedade possível dos símbolos eletrônicos mais usados. Uma embalagem revolucionária, não utilizada por nenhum outro produto similar, facilita o manuseio e impede, definitivamente, a penetração da poeira. Cada folha mede 12 x 21 cm e contém mais símbolos que os demais produtos existentes no mercado.

DECALC transfere-se facilmente para qualquer superfície e é resistente a diversos tipos de ácidos, sendo a mais apropriada para utilização em artes finais de alta precisão.

DECALC é produzida em São Paulo. Sendo um produto nacional, está livre das dificuldades e altos custos que assolam os produtos importados; por isso custa menos e está sempre disponível a qualquer momento e em qualquer quantidade.

FOLHAS ESPECIAIS. Folhas especiais podem ser produzidas sob encomenda, contendo símbolos, caracteres ou logotipos em quantidades ou frequências especificadas por sua empresa. Para maiores detalhes, consulte-nos por carta ou telefone.

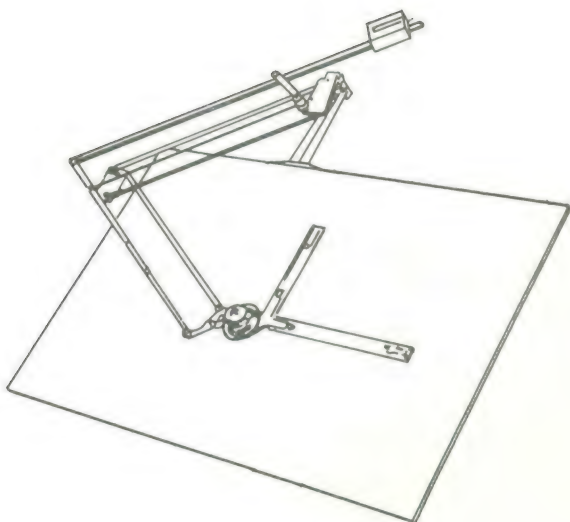


CONDIÇÕES ESPECIAIS PARA REVENDEDORES



Distribuidor exclusivo: Circuito Impresso Com. Proj. Ltda.  
Av. Cursino, 1184, cj 6 (Saúde) 04132 - São Paulo - SP - Brasil  
TEL.: (011) 215-1806 e 272-0374





# Prancheta do projetista

## Temporizador cíclico para freezer

Denilson Antonio Marques  
Unicamp — Campinas

“Apresento-lhes um projeto de um temporizador cíclico que fiz para um amigo. O mesmo está sendo utilizado num freezer em sua chácara. Os compressores de freezer são de muita potência e feitos para uma faixa de temperaturas com valores muito baixos, o que o torna inadequados para bebidas. O pessoal costuma, como tenho visto, colocá-los a funcionar com a metade da tensão (um verdadeiro crime!) a fim de não mexer no controle de temperaturas (termostato). Controlar o tempo de funcionamento e não funcionamento foi a solução.

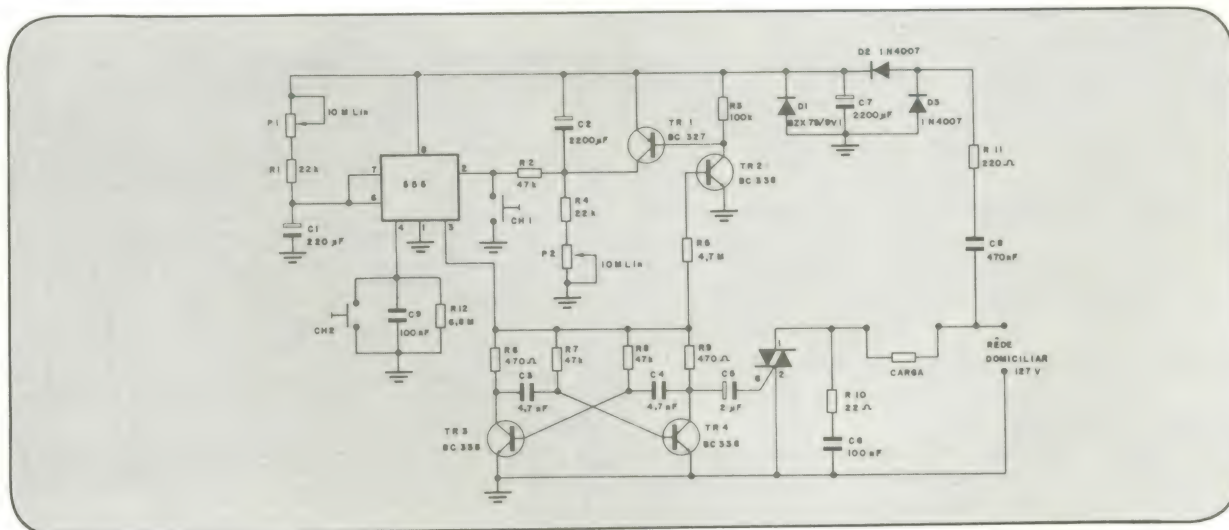
“Chamei-o de cíclico porque permite ajustar estes dois tempos, repetindo continuamente o ciclo. Portanto, possui muitas aplicações que os temporizadores comuns não possuem. Po-

de, por exemplo, ser ajustado para permanecer ligado por meia hora e desligado por sete, alimentando um aparelho de som. Com isso o usuário dorme com música e desperta com música.

“O consumo quando desligado é mínimo: cerca de 3,5 W, dos quais 3,4 são reativos.

“O tempo mínimo é de cerca de 1:15 min a 1:45, controlado por P1. O tempo máximo é de cerca de 12 horas, controlado por P2.

“Com o triac utilizado, a corrente máxima controlada é de 8 A (eficazes). Podemos utilizar outro se o desejarmos, uma vez que o circuito de disparo (multivibrador astável) é eficiente para o gatilhamento.



TR1 — BC 327  
TR2 — BC 338  
TR3 — BC 338  
D1 — BZX 79 9v1  
D2 — 1N 4007  
D3 — 1N 4007  
TRIAC — TIC 226  
P1 — pot. Lin. 10M  
P2 — pot. Lin. 10M  
R1 — 22 k, ¼ W  
R2 — 47 k, ¼ W  
R3 — 100 k, ¼ W

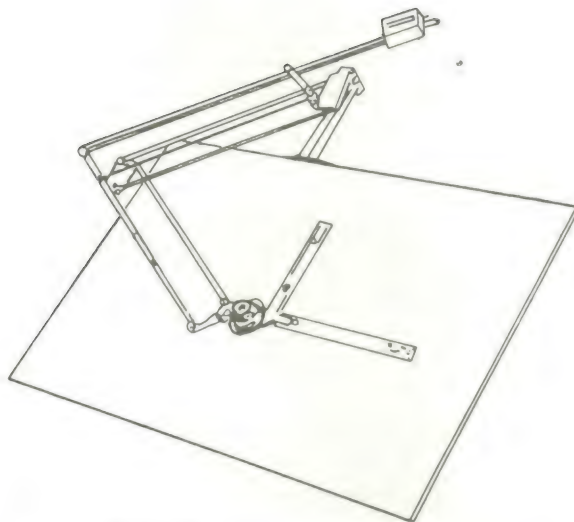
R4 — 22 k, ¼ W  
R5 — 4,7M, ¼ W  
R6 — 470 ohms, ¼ W  
R7 — 47 k, ¼ W  
R8 — 47 k, ¼ W  
R9 — 470 ohms, ¼ W  
R10 — 22 ohms, ¼ W  
R11 — 220 ohms, ¼ W  
R12 — 6,8 M, ¼ W  
C1 — 220 µF, 16 V  
C2 — 2200 µF, 16 V  
C3 — 4,7 nF, 100 V

C4 — 4,7 nF, 100 V  
C5 — 2 µF, 25 V  
C6 — 100 nF, 250 V  
C7 — 2200 µF, 16 V  
C8 — 470 nF, 250 V  
C9 — 100 nF, 100 V  
CH1 — chave de pulso, contato normalmente aberto  
CH2 — chave de pulso, contato normalmente aberto

série  
nacional



# Prancheta do projetista



Seleção e tradução: Álvaro Domingues

## Analizador passo a passo checa estados de EPROMs a ultravioleta

Steven Bennett

Harris Semiconductors, Melbourne, Flórida

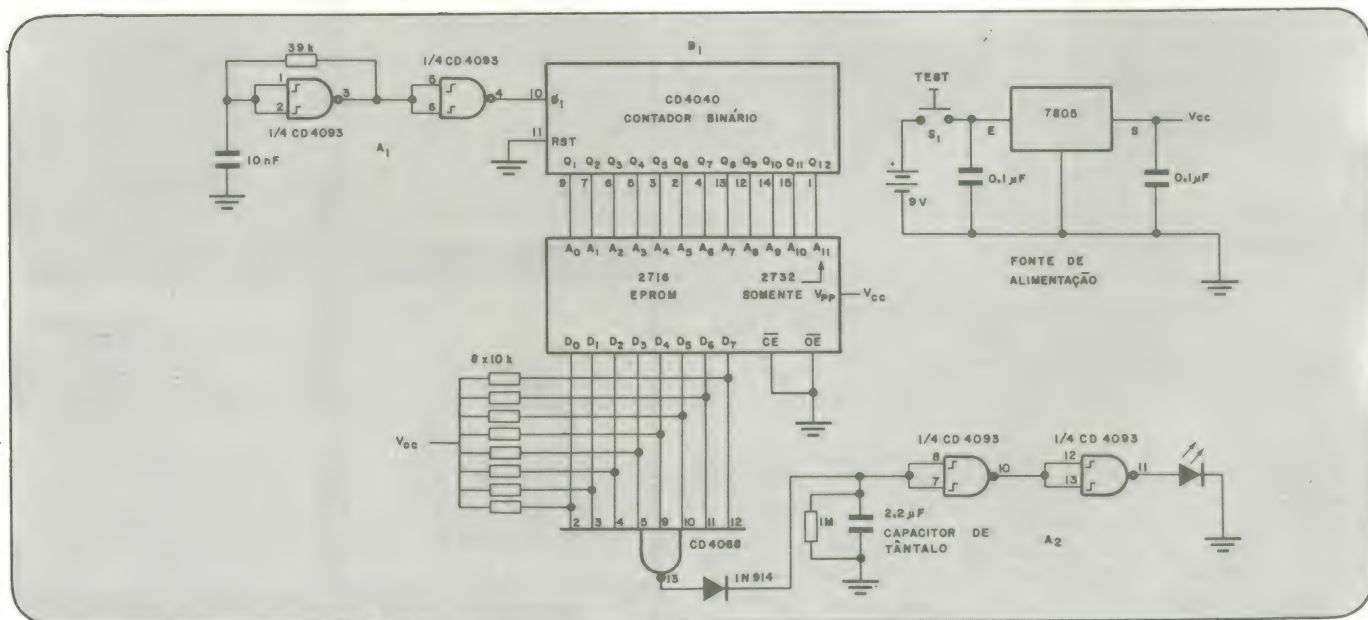
Freqüentemente, EPROMs UU tem seu conteúdo destruído por usuários que não têm condições de saber se a memória contém informações valiosas ou está completamente em branco. Este circuito pode pesquisar cada localização através

de um contador binário e permite assim distinguir memórias gravadas de não gravadas.

Em uso, a memória é colocada no soquete de teste e a chave de contato momentâneo,  $S_1$ , é pressionada. Se pelo

menos uma localização de memória contém um bit 1 (lógica 0 para um EPROM) o diodo emissor de luz irá indicá-lo.

Um sinal de *clock* para o contador binário de 12 bits,  $B_1$ , é gerado pelo osci-



**Teste passo a passo** — Usando um contador binário de 12 passos, UV EPROMs podem ser testadas, localidade por localidade, para determinar se nelas existe algum dado ou estão em branco. O teste de uma memória com 2 k por oito leva aproximadamente 1 segundo e o diodo brilhará se alguma de suas posições contiver dados.



lador  $A_1$  para que os endereços da EPROM 2716 sejam percorridos através de um ciclo de aproximadamente 1 segundo. (Apesar do circuito ter sido projetado para a EPROM 2716, ele pode

ser adaptado para qualquer memória bipolar ou MOS.)

Se algum bit em uma dada localização está em nível baixo, um pulso é gerado na saída da EPROM e irá levar a porta

NE 4068 a um valor alto. Este pulso, que é gerado na saída da porta NE, é entendido por 2 s por um multivibrador monoestável e o *buffer*  $A_2$  aciona o LED.

## Uma interface de baixo custo associa RAM a processador multiplexado

G. Aravanan e U.K. Kalyanaramudu  
Bharat Electronics Ltd., Bangalore, Índia

Esta simples interface associa diretamente uma memória RAM, sem o uso de *latches*, a um microprocessador que tem estrutura de barras multiplexadas. O circuito formado por nove portas e um flip-flop não tem um custo elevado.

A memória RAM de 1 k por 8 bits, 8114-2, é ligada a um microprocessador 8085A. No momento do início do ciclo de escrita do microprocessador, a linha de habilitação do *latch* de endereços (ALE — *address-latch-enable*) muda para um valor alto e o flip-flop tipo D 74LS74 é “reseta-do”. A linha *write-enable* da RAM, (WE) é ativada através das portas OU  $G_2$  e  $G_3$ , quando as linhas de controle da memória e de *status* do ciclo de barras (IO/M e  $S_1$ ) são levadas ao nível baixo pelo microprocessador.

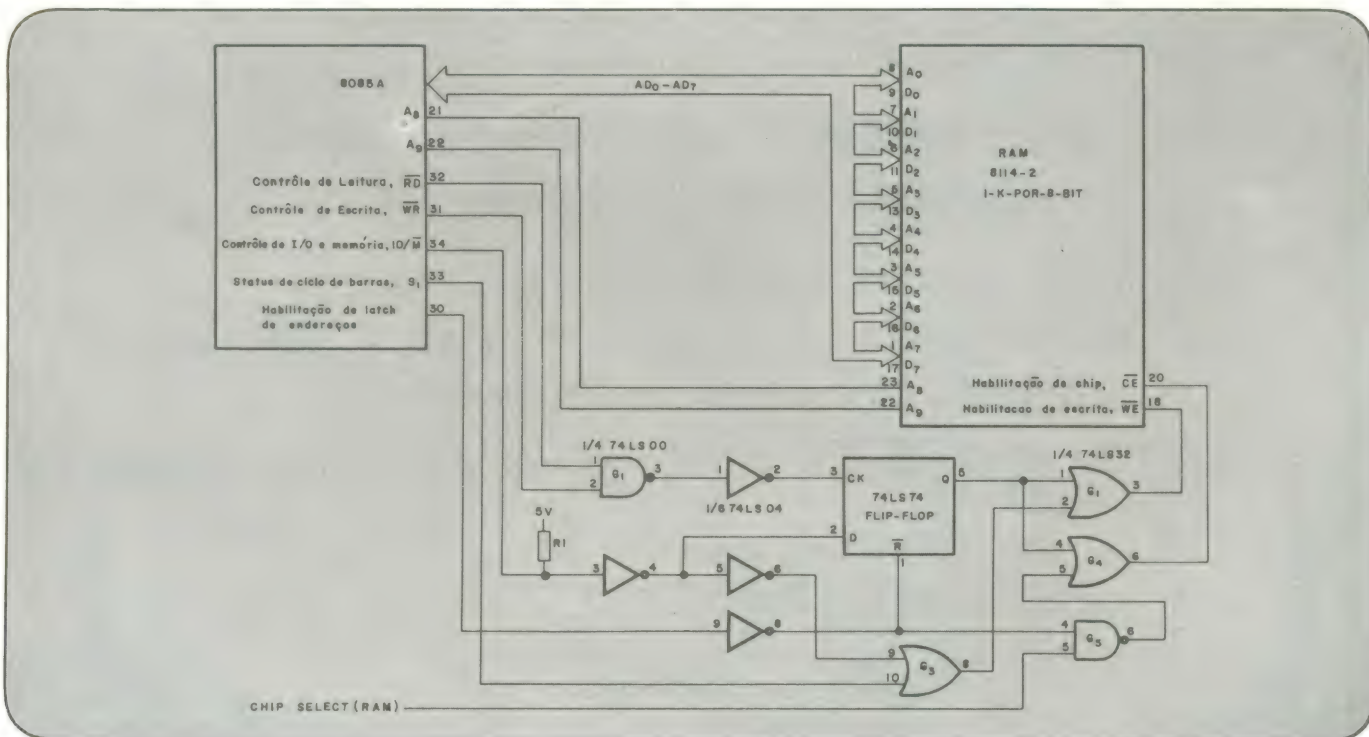
Na borda de descida da linha ALE, a RAM é inibida pela porta OU  $G_4$ , dado que a entrada do *chip-select* para o componente está alta ( $G_5$  poderia estar em nível baixo). Então, a 8114 segura o endereço presente nas linhas de  $AD_0$  até  $AD_7$ , que são fixadas a suas linhas correspondentes na RAM. Em seguida, os dados são transferidos do processador para a RAM. A linha de controle de escrita do 8085 (WR) irá, então, para um nível alto, e, deste modo, o ciclo de escrita terminará quando as linhas WE e CE da RAM forem para um valor alto.

O endereço deve permanecer na linha até 100 nanossegundos após a linha CE ter sido ativada (nível baixo), e os dados devem estar nas linhas ao menos 100 ns antes

da linha CE ir para um valor alto — e ao menos 30 ns após. A linha de CE será ativada no ciclo por 400 ns.

O ciclo de leitura é similar ao ciclo de escrita, exceto pelo fato de que a linha WE permanece em nível alto durante o intervalo total do ciclo. A linha ALE do processador inicialmente vai a um nível alto, assim como sua linha  $S_1$ , e o endereço desejado da RAM é localizado nas linhas  $AD_0$ — $AD_7$  do barramento de saída.

Uma vez que a linha ALE vai a zero, a linha CE é ativada como antes, e a informação do endereço, que deve permanecer no barramento por mais 100 ns, é aceito. Após 100 ns, os dados correspondentes na RAM são transferidos para o barramento e, então, ao processador.



**Link** — Uma interface de quatro *chips* facilita a troca de dados entre o processador que tem barramentos de dados e endereços multiplexados e uma memória RAM *standard*. O circuito é simplificado por manter juntas as linhas de endereço e dados.







# CP-500

## A DEFINITIVA POPULARIZAÇÃO DO MICROCOMPUTADOR

*Em nossa edição de dezembro de 1981 anunciamos o iminente lançamento do CP 500, o computador pessoal para todas as finalidades. Trata-se de um microcomputador que inclui teclado alfanumérico e de funções, vídeo e memória RAM interna ampliável até 48 kB. Dotado de duas unidades de disco flexível, que podem ser aumentadas para quatro, ele aceita também a ligação de cassete comum como auxiliar de memória e prevê a conexão de impressora e teleprocessamento. Para as mais diversas aplicações profissionais, domésticas ou de hobby, o CP 500 é um passo decisivo para sua aproximação com o mundo da Informática.*

Enfim o computador se tornou íntimo do Homem. Muitos talvez não aceitem que isto já seja verdade, mas não há como negar que estamos muito perto dos computadores se tornarem tão individualizados como os relógios de pulso.

Hoje, alguns computadores já recebem o adjetivo "pessoal". Das complicadas e sisudas máquinas de período heróico da década de 50, verdadeiros trambolhos que ocupavam andares inteiros, em pouco mais de vinte anos se chegou aos instrumentos portáteis, que cada um pode ter sobre sua escrivaninha.

E o computador, o "monstro" que depois de aprender a falar e ter vontade própria iria dominar o mundo, virou até brinquedo de criança. Ou ajudante de dona de casa no orçamento doméstico. Ou auxiliar na contabilidade mensal, cuidando da entrada de dinheiro, conta bancária, despesas.

Isso tudo sem perder o profissionalis-

mo. Porque, mais do que nunca, continua sendo peça fundamental da pesquisa científica, da descoberta do Universo maiúsculo e minúsculo, e principal alavanca do seu auto-aperfeiçoamento. Como também da medicina, dos transportes, das comunicações, da indústria, etc.

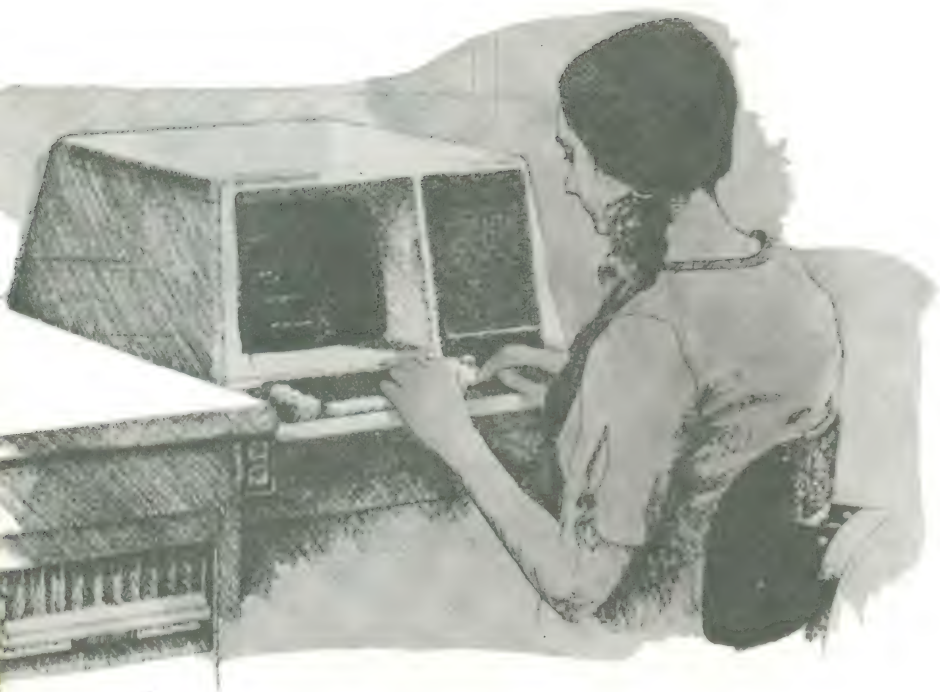
Uma tendência irreversível, é como sentimos a entrada do computador numa extensão cada vez maior das atividades humanas. Irreversível até por que afigura-se como a mais poderosa ferramenta à disposição para se manter o controle sobre a complexidade de problemas que cresce no mundo.

A Informática é a grande marca do conhecimento humano nesta segunda metade do século. Tão importante que o seu domínio já é reconhecido, no Brasil, como questão de segurança nacional. A indústria nacional, para a qual está reservado o estratégico papel de criar no País uma tecnologia própria no campo dos

computadores de porte médio, mini e micro, vem dando resposta à altura de sua missão.

O segmento de microcomputadores tem seus antecedentes por volta de 1973, nos EUA, mas começou a tomar corpo realmente a partir de 1977. O advento dos microprocessadores veio facilitar esse caminho, da computação versátil e compacta, a baixo preço. Assim as novas e pequenas máquinas se capacitavam a fazer quase tudo que as de grande porte faziam. A multiplicação dos fabricantes e modelos, periféricos e componentes, aprimoramento do *software*, criação de novas linguagens cada vez mais fáceis de serem utilizadas por pessoas sem conhecimento técnico, conduziu o microcomputador a campos que ainda não tinham sido visitados pelos "cérebros eletrônicos". Escritórios, bancos e indústrias começaram a adotar em quantidade crescente o computador para agilizar suas funções, inclusive dimi-





nuindo a burocracia das operações, como se observa atualmente também no Brasil. Por outro lado, descobriu-se que o computador pode ser uma opção de lazer, com os jogos de vídeo e outros tipos de divertimento. Estava aberta a porta para a personalização do computador.

Aqui fizemos há pouco tempo o lançamento do NE-Z80 e, depois, do NE-Z8000, as primeiras alternativas nacionais de computadores realmente acessíveis pelo seu baixo preço e utilização simples — programação com linguagem Basic, tamanho compacto e bom potencial de trabalho.

Há que se ressaltar a importância dessa classe de aparelhos para a popularização do computador, permitindo que um maior número de pessoas dele se aproximem, aprendam o seu manuseio e o incorporem a seus afazeres cotidianos, profissionais ou não.

Nesse sentido, como anunciamos na edição de dezembro de 1981, mais um microcomputador se soma agora ao grupo dos aparelhos de uso pessoal — o CP 500, desenvolvido pela Prológica Indústria e Comércio de Microcomputadores.

## O CP-500

Utilizando tecnologia inteiramente na-

cional, a Prológica desenvolveu este equipamento de uso pessoal e baixo custo, colocando ao alcance de grande faixa do mercado brasileiro uma ferramenta de apoio a diversas atividades profissionais.

O CP-500 foi projetado utilizando os mais modernos conceitos de arquitetura de microcomputadores. Esse tipo de arquitetura, aliada aos recursos do microprocessador Z 80, assegura elevado desempenho, facilidade de manutenção, baixo custo e ampla possibilidade de expansão do sistema.

A configuração básica do CP 500, composta por CPU (unidade central de processamento), vídeo, teclado, memória de 16 kB e porta para conexão com fita cassete de áudio, para memorização de programas e dados, pode ser expandida com a colocação de quatro unidades de discos flexíveis de 5 1/4", impressora e ampliação da memória RAM para 48 kB.

A unidade central de processamento contém um microprocessador Z80 de 2 MHz, para execução de todas as funções relacionadas com o processamento, tratamento do vídeo e controle das operações de entrada e saída do cassete e do disco.

As memórias internas são três: RAM de 16 kB, que pode ser ampliada para 48 kB; RAM de 1 kB, utilizada como *buffer* do

vídeo; ROM de 16 kB, que contém o interpretador de linguagem. Além dessas memórias, o CP-500 pode armazenar programas em duas unidades externas de discos flexíveis, de 5 1/4", alojadas no próprio console do aparelho e em mais duas unidades à parte. Os discos são gravados em dupla densidade de trilha, em face simples, contendo 40 trilhas de 18 setores por face. Os setores são de 256 bytes, dando a cada disco uma capacidade máxima de 178 k bytes. Ainda mais, o CP-500 oferece possibilidade de ligação com cassete normal de áudio.

Dispondo de uma porta serial padrão RS 232C e de uma porta paralela, permite também a ligação de impressora e teleprocessamento. A porta serial é configurada por *software* e transmite à velocidade de 110 a 9600 bps, em modo síncrono e assíncrono.

O novo microcomputador conta com um teclado alfanumérico ASCII de 128 caracteres, com maiúscula e minúsculas e um teclado numérico reduzido com teclas de 0 a 9, vírgula, sinal negativo e comando. O vídeo é de 12" e exposição na cor verde em fundo escuro e pode ser formado por *software* em: tela de 16 linhas com 64 caracteres por linha; tela de 16 linhas com 30 caracteres por linha; ou tela





em “modo gráfico”, com 48 pontos verticais e 128 pontos horizontais.

Em questão de *software*, o CP 500 adota o Sistema Operacional DOS 500, projetado para aplicações interativas, utilizando todos os recursos do *hardware* disponível no sistema e dispõe de ampla biblioteca de utilitários. A nível de memória externa em discos flexíveis, organiza e acessa os arquivos para os modos sequencial e direto.

A linguagem utilizada é a Basic, cujo interpretador está contido na ROM do sistema. Esse Basic, além das funções matemáticas, utiliza os recursos de aritmética em ponto flutuante e precisão numérica de 16 dígitos. A linguagem é apresentada em manual de instrução programada, o que torna muito fácil seu aprendizado.

### Em as áreas de aplicação?

A Prológica dispõe de uma série de programas aplicativos — ou seja, programas básicos, já elaborados e testados para um fim específico — em vários níveis de complexidade, destinados especialmente ao CP-500. Tais programas foram, obviamente, concebidos para proporcionar um primeiro impulso aos usuários do CP-500, nos mais variados campos de atividade.

É natural, porém, que uma vez dominados os macetes de uma ferramenta e com

os seus recursos sob controle, cada profissional deva saber, melhor do que ninguém, como o computador poderá agilizar seu trabalho. Assim, sem conhecer absolutamente nada sobre a tecnologia do computador, apenas dominando razoavelmente a linguagem Basic com seus comandos, qualquer profissional poderá constatar sua versatilidade e facilidade de operação.

Eis algumas sugestões nossas sobre as áreas de aplicação às quais o CP-500 poderia perfeitamente se adaptar:

- Na área técnico-científica, em pesquisas, desenvolvimento e vários setores da Engenharia;
- Nas áreas administrativa, econômica e comercial, para arquivamento e apresentação de gráficos, cálculos estatísticos, quadros sinóticos, dados, etc.;
- No campo educacional do 2º grau e superior, não só para o aprendizado de programação de computadores e seu comportamento, mas também como apoio pedagógico nas matérias mais variadas;
- Para profissionais liberais, como médicos, advogados, ou qualquer outra profissão em que seja necessário estocar uma grande quantidade de dados sobre pessoas ou fatos, e também se

exija uma maior agilização na procura desses dados.

Em vários outros setores, enfim, onde houver a necessidade de guardar grandes quantidades de informações, de forma racional, e ainda processá-las sob as mais variadas formas. O computador pessoal CP-500 poderá fazer tudo isso e, ainda mais, não se restringindo a apenas uma dessas atividades. Sim, porque dispondo de uma fitoteca ou discoteca de programas, pode-se mudar num piscar de olhos o campo de aplicação da máquina.

Desse modo, nada impede que o CP-500 que, durante o horário de trabalho esteja realizando cálculos de estruturas, por exemplo, venha a servir para jogos de vídeo durante a hora do café. Ou que ele armazene todas as fichas dos clientes de uma clínica e, nas horas vagas, faça a contabilidade dessa mesma clínica, e assim por diante.

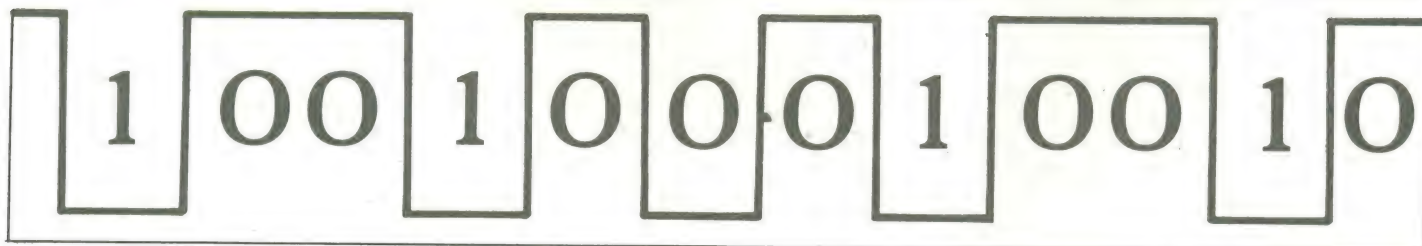
É inevitável, e para muito breve, que o computador pessoal torne-se tão comum nas mesas de trabalho quanto uma agenda ou um telefone. Em vários outros países isso já é uma realidade e o Brasil já se encaminha para ela. Pense nisso e procure conhecer todas as vantagens que um microcomputador pode oferecer ao seu campo profissional.



---

# *Uma trilogia sobre detecção e correção de erros em transmissão de dados*

## *1.ª PARTE*





## *Erros de memorização e transmissão de dados levaram à implementação, em hardware, de técnicas de detecção e correção desenvolvidas por matemáticos.*

À medida que a densidade das memórias continua a crescer, o mesmo vai ocorrendo com o risco de aparecimento de erros. Partículas alfa e ruídos elétricos infestam as novas e amplas memórias semicondutoras, enquanto que os danos à superfície dos discos magnéticos estão se tornando mais problemáticos, agora que os bits estão sendo "espremidos" em áreas cada vez menores.

Para remediar esses problemas, mais e mais fabricantes passaram a adotar técnicas de detecção e correção de erros. A avó de todas elas utiliza o chamado bit de paridade, que simplesmente informa se o número de níveis "1" em uma determinada localidade de memória é par ou ímpar, detectando apenas erros de um único bit, portanto. Felizmente, os matemáticos estão sempre a postos para conceber novos meios de se localizar até mesmo erros de vários bits.

Um dos métodos mais avançados emprega o código Fire para detectar e corrigir até 12 bits incorretos. Nesse sistema, a divisão iterativa da corrente de dados produz um número fixo de bits de verificação, que são anexados a cada gravação em disco. Quando esse disco é lido, seus bits de verificação são empregados para detectar, localizar e corrigir qualquer sequência de erros devida a imperfeições do

próprio disco. O primeiro dos três artigos desta série descreve como o hardware, sob a forma de um integrado LSI exclusivo, pode ser empregado para produzir códigos Fire.

Os códigos do tipo Hamming provaram ser particularmente úteis no contexto das memórias semicondutoras. Eles anexam um número fixo de bits de verificação a cada byte ou palavra de dados. Na ocasião em que os dados são lidos, os bits de verificação detectam e corrigem todos os erros de um único bit e irão sinalizar a impossibilidade de corrigir todos os erros de múltiplos bits. Apenas uma placa de integrados TTL é necessária para se implementar tal sistema, conforme explica o 2º artigo da série.

Tanto os códigos Fire como Hamming começaram como modelos puramente matemáticos, que foram depois adaptados ao hardware. O terceiro artigo descreve outro modelo matemático, que ainda não se encontra sob a forma correspondente em componentes eletrônicos. Emprega um sistema de codificação bastante inventivo — o código "pomar" (orchard) — que detecta e corrige todos os erros de bit único e alguns de múltiplos bits, enquanto vai anexando somente um bit de verificação a cada localidade de memória.

R. Colin Johnson

## **Códigos tipo *Fire* em CI especializado limpam dados de discos rígidos**

Mohammad Maniar e Krishna Rallapalli  
Advanced Micro Devices Inc., Sunnyvale, Califórnia

As atuais densidades de gravação permitem aos discos elevados ritmos de transferência de dados e capacidades de armazenamento, mas também aumentam a probabilidade de erros. Além disso, os efeitos do próprio meio de gravação, que poucos cuidados exigiam em pequenas densidades de gravação, tornaram-se uma fonte significativa de erros de *hardware* em densidades mais elevadas.

A simples verificação de redundância cíclica (ver *Electronics*, 27 março 1980, pág. 153) é adequada para a detecção, mas não para a correção de erros. Os sistemas mais modernos de discos empregam códigos *Fire* (batizados em homenagem ao seu criador, Philip Fire), a fim de obter métodos mais avançados de individualização e correção de erros.

## **O processador de surto de erros**

O processador de surto de erros AmZ8065 (chamado abreviadamente de BEP) é um novo integrado MOS tipo LSI que facilita bastante a implementação em *hardware* dos códigos *Fire*, quando se trata de sistemas seriais de manipulação de dados em alta velocidade, como é o caso dos discos rígidos.

Sempre que uma gravação, consistindo de um certo número de bits de dados, é "escrita" num disco, um número pré-determinado de bits de verificação (figura 1) é anexado a ela. Quando o disco é lido, o integrado BEP recupera os bits de verificação e os compara com aqueles que estão sendo lidos, a fim de conferir a existência de erros. Assim que a localidade do erro é encontrada, um modelo de erro de 12 bits, também gerado pelo BEP, identifica o bit incorreto por um nível "1" correspondente. Para completar o processo de correção, o modelo de erro é alinhado com a gravação, na localidade do erro, e uma operação OU-exclusivo é executada, bit por bit, a fim de se obter os bits corrigidos. Deve-se notar que tanto o número máximo de bits disponíveis numa gravação como o número de bits que podem ser corrigidos dependem de qual dos 4 polinômios de código *Fire*, todos existentes no BEP, é utilizado para computar os bits de verificação.



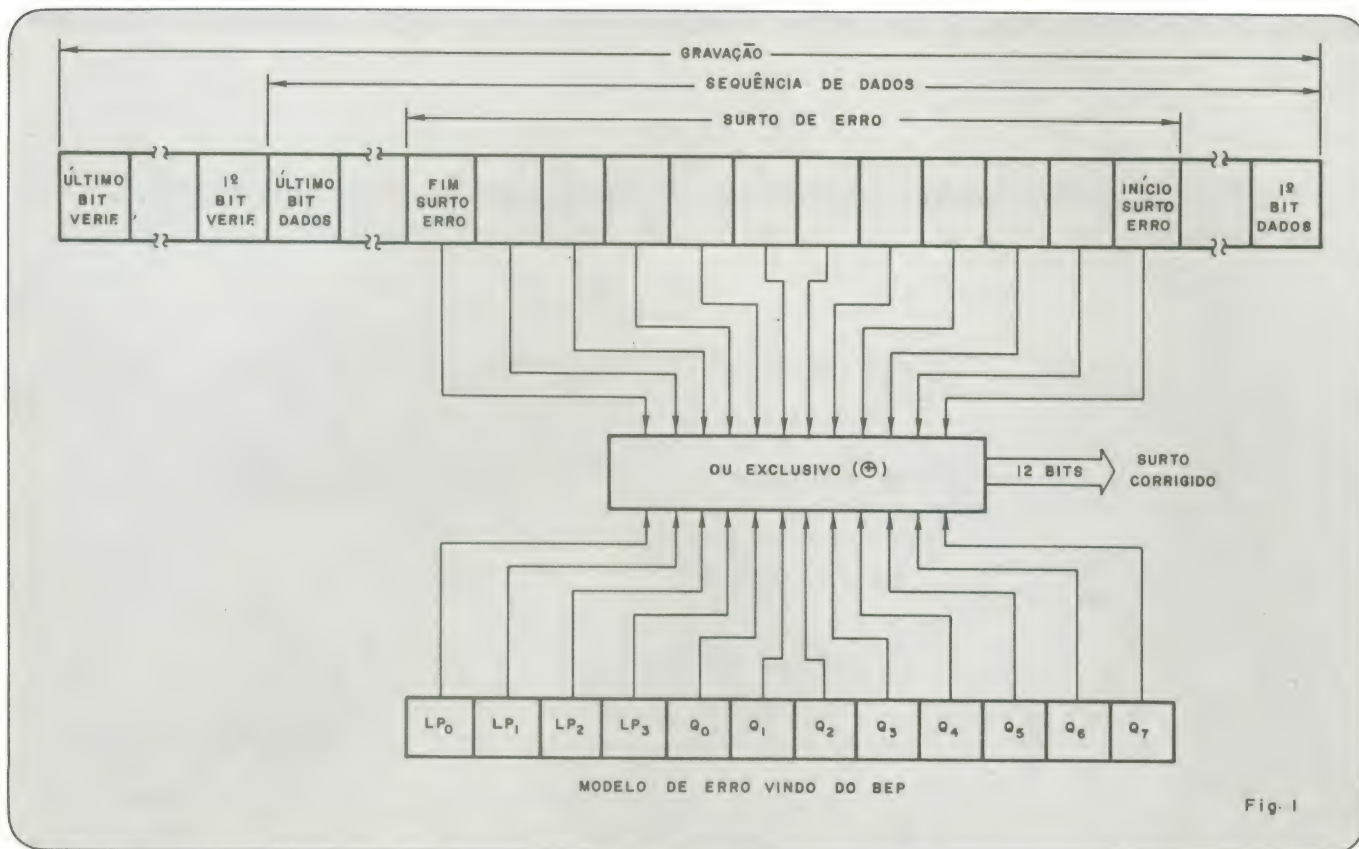


Fig. 1

**Correção de erros** — Um surto de erros pode ser corrigido por uma operação OU-exclusivo, juntamente com um modelo de erro obtido pelo BEP. Cada gravação feita em disco possui um número fixo de bits de verificação, anexados aos dados. O cálculo dos bits de verificação, durante uma operação de leitura, fornece a indicação dos erros.

## Quatro unidades funcionais

O integrado BEP possui 4 grandes estágios: uma matriz registradora, uma matriz de divisão polinomial, a lógica de *status* e a lógica de controle (figura 2). A matriz registradora contém 56 *flip-flops*. O BEP faz a computação dos bits de verificação durante as operações de escrita, assim como das chamadas síndromes, para detectar bits incorretos, durante as operações de leitura; além disso, extrai modelos de erro durante as operações de correção.

Em geral, a matriz de divisão polinomial fornece o modelo de bits que a matriz registradora requer para formar um *shift-register* paralelo de 8 bits (veja o quadro "Princípios básicos do código Fire"). Quando as operações de correção são completadas, o modelo de erro é obtido em 12 saídas, sendo 8 bits nos terminais  $Q_0 - Q_7$  e 4 nos terminais  $LP_0 - LP_3$ . A lógica de controle produz os sinais necessários à operação da matriz registradora. A lógica de *status* monitora a matriz de registradores, para a exibição das *flags* de erro disponíveis nos pinos externos.

A matriz de divisão polinomial é o coração do BEP. A lógica de controle está encarregada de decodificar as entradas de seleção de polinômio ( $S_0 - S_1$ ) e de função ( $C_0 - C_2$ ), a fim de gerar os sinais necessários de acionamento dessa matriz. Esta, por sua vez, estabelece interconexões, de forma que cada byte de dados apresentado às entradas  $D_0 - D_7$  seja adequadamente dividido por um dos 4 polinômios geradores.

## Modalidades de operação

O BEP pode ser usado em três diferentes tipos de operação: escrita, leitura e correção. Enquanto os dados estão sendo

gravados no disco, o integrado encontra-se na modalidade de computação dos bits de verificação, "digerindo" os bytes de dados sem afetar seu fluxo. Após a gravação do último byte, o BEP é comutado para a escrita dos bits de verificação, produzindo 4, 5, 6 ou 7 bytes dos mesmos. Essa informação adicional é então anexada à corrente útil de dados, possibilitando a detecção e correção posteriores de possíveis erros de leitura.

Durante a computação dos bits de verificação, a matriz de divisão polinomial e a de registradores atuam como um *shift register* de realimentação. Assim que o último byte de dados é introduzido, a matriz registradora retém os bits de verificação, que se tornam disponíveis nas saídas  $Q_0 - Q_7$ , um byte por vez.

Quando a informação (dados + bits de verificação) está sendo lida, o BEP deve se encontrar em uma das duas modalidades: normal ou alta velocidade. Elas diferem apenas quanto ao algoritmo de correção, que é empregado sempre que há ocorrência de erros. Em ambas as modalidades, bytes paralelos são lidos pelo BEP e, depois de passado o último byte de verificação, a saída de erro indica se houve realmente algum erro.

Após a operação de leitura, a síndrome retida na matriz registradora contém toda a informação necessária para se localizar o erro, além do modelo necessário para corrigi-lo.

A função normal de leitura deve ser usada para se ler dados a partir do disco, caso o método normal esteja sendo usado para correção (da mesma forma, quando a correção em alta velocidade estiver sendo utilizada, a modalidade rápida de leitura deverá ser adotada). Caso seja escolhida a modalidade normal, a matriz de divisão polinomial estabelecerá o polinômio sob a forma ampliada; nessa modalidade, a sequência de entrada, composta pelos dados e pelos bytes de verificação, é dividida pelo polinômio selecionado, dando origem à síndrome. Caso a



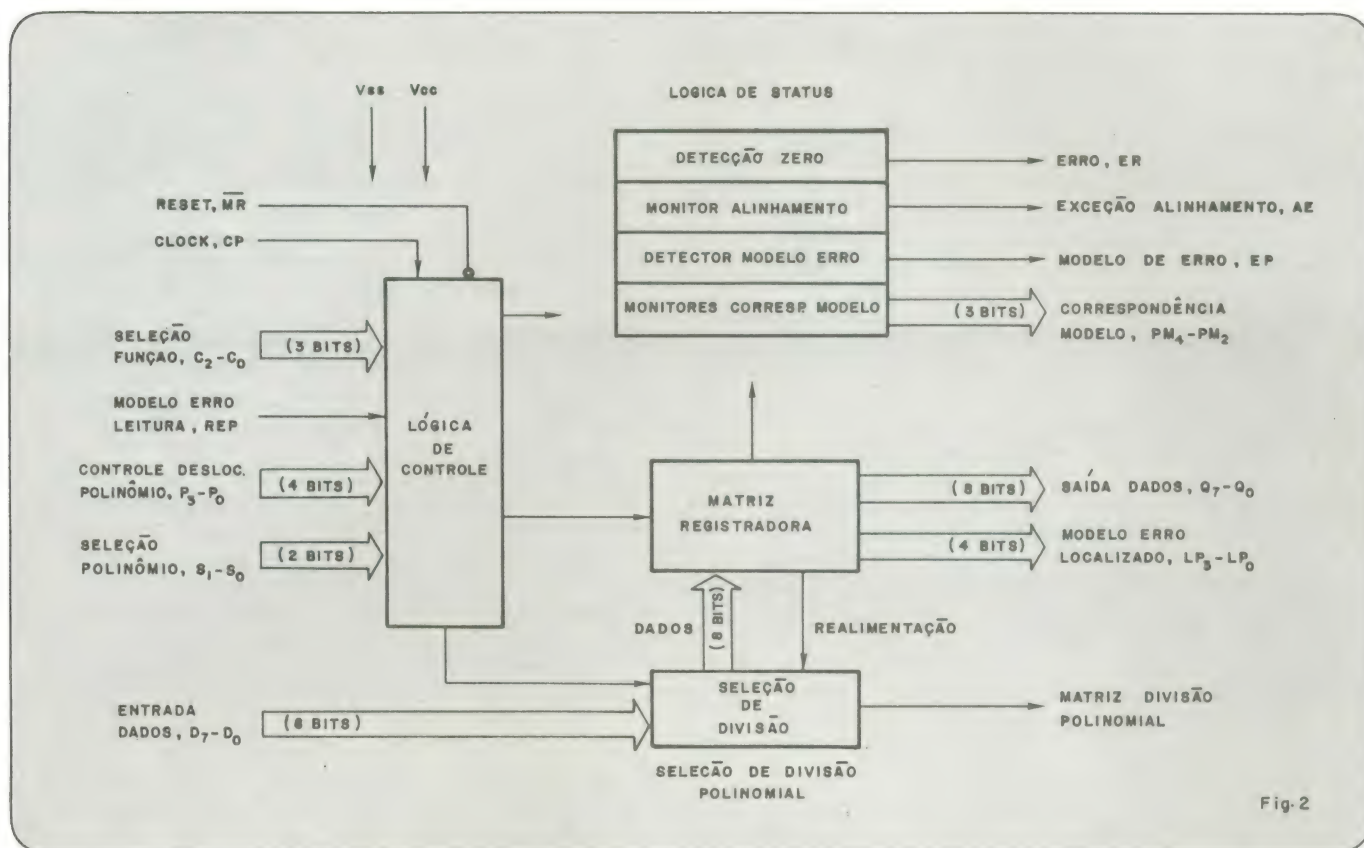


Fig. 2

**Por dentro** — A matriz de divisão polinomial é o coração do BEP. Ela fornece os modelos de bits que a matriz registradora necessita para computar os bits de verificação durante uma operação de escrita, obter uma síndrome durante uma de leitura e extrair modelos de erro em uma de correção.

síndrome resultante não seja igual a zero, o erro será indicado pela saída ER.

A síndrome obtida a partir de operações normais de leitura é manipulada de forma a se extrair o modelo e a localidade do erro, utilizando-se a função normal de correção. Dos 4 polinômios relacionados na tabela, somente a versão de 48 bits requer uma explicação separada. Para os demais casos normais, o polinômio é estabelecido sob a forma ampliada.

### A modalidade normal

Na modalidade normal de correção, a síndrome é repetidamente dividida pelo polinômio expandido, até que o modelo de erro seja localizado. Essa divisão é obtida por uma operação de *clock* repetida, enquanto se ignora as entradas D<sub>0</sub> - D<sub>7</sub>. O modelo de erro (EP ou *error pattern*) produz sinais sempre que algum modelo é encontrado; ele é sempre caracterizado por um número conhecido de zeros consecutivos, alojados em locais específicos da matriz registradora, sendo que o número exato de zeros e sua localização são uma função do polinômio selecionado. A lógica de *status* é responsável pelo reconhecimento dessa combinação única e pela geração do modelo de erro. O número de ciclos de *clock* tomados para a formação do modelo é uma medida de sua localização.

Se o número de ciclos de *clock* exceder o período natural do polinômio escolhido — o máximo comprimento permitido para a corrente de dados — sem que o modelo tenha sido encontrado, é sinal de que ocorreu um erro impossível de ser corrigido.

Já no caso normal do polinômio de 48 bits, a divisão comum não é prática, pelo fato do período polinomial ser extremamente longo. Nesse caso, a matriz de divisão polinomial es-

tabelece o polinômio recíproco, ao invés do polinômio ampliado normal. Por isso, a síndrome obtida pelo método normal de leitura, com o polinômio de 48 bits, não pode ser usada diretamente na extração do modelo e no cálculo do local; ao invés disso, deve-se empregar a recíproca dessa síndrome.

A recíproca é formada externamente, lendo-se a síndrome por intermédio dos bits de verificação de escrita e invertendo-se todos os bits da mesma, de modo que o mais significativo venha a ser o menos significativo. A função de carregamento encarga-se então de enviar a síndrome recíproca ao BEP.

Assim que a recíproca estiver carregada, passará a atuar a função normal de correção. O número máximo de ciclos de *clock* necessário à formação do modelo de erro, utilizando o método normal de correção, é N, onde N é o período do polinômio; assim sendo, um polinômio de período extenso poderá requerer um grande número de ciclos de *clock* para a correção, o que não é aceitável em algumas aplicações.

### Rapidez chinesa

Para acelerar sua operação, o BEP possui recursos para correção em alta velocidade, empregando o método do teorema chinês do resto. Assim, a leitura rápida deve ser adotada, caso venha a ser utilizado o teorema para correção. De um modo geral, o teorema chinês corrige erros em menos ciclos de *clock* que o método normal; a única diferença entre os dois métodos de leitura consiste na forma de divisão: enquanto normalmente a corrente de entrada é dividida pela versão ampliada do polinômio, na modalidade rápida a entrada é dividida simultaneamente por todos os fatores do polinômio. Dessa forma, a modalidade de alta velocidade dá origem a tantas síndromes quan-



## Princípios básicos do código Fire

Os códigos de detecção e correção de erros estão ganhando a merecida atenção atualmente. Entre os mais comuns podemos citar os códigos Fire, que permitem tanto a correção como a detecção de erros. O BEP ou burst-error processor (processador de seqüências de erros) é uma implantação em hardware desses códigos capazes de corrigir surtos de erros de até 12 bits, em séries de dados lidas em disco. Para se conseguir isso, a corrente de dados é dividida, um byte por vez, por um número binário fixo representado matematicamente por um polinômio; assim, por exemplo, o polinômio  $x^0 + x^2 + x^5 + x^7$  corresponde ao número binário 10100101, já que cada expoente indica a posição do "1".

Apesar dos dados estarem sendo constantemente divididos no interior do BEP, a informação que eles carregam não é afetada; e, no final de uma transmissão de dados, os registradores internos do BEP contêm os resultados das várias divisões efetuadas. Nas operações de escrita, os bits de resultado são anexados aos dados, produzindo uma gravação em disco. Por outro lado, nas operações de leitura, o BEP continua a dividir os bits de verificação, após a passagem dos dados, a fim de obter uma distribuição de bits denominada "síndrome". Esta deve ser "0" quando a operação está completamente isenta de erros; ca-

so contrário, ele irá conter a informação sobre a localidade do surto de erros, assim como a posição dos mesmos.

Na modalidade de correção de erros, o BEP utiliza a síndrome para localizar, primeiramente, o local do erro e, em seguida, o caráter do mesmo, que passa por uma porta OU-exclusivo juntamente com o surto, a fim de corrigi-lo. O protocolo para se manipular tais erros consiste, normalmente, em se carregar dados do disco diretamente para a memória, assumindo-se que estejam completamente isentos de problemas. Assim que o BEP localiza um erro, sinaliza o processador hospedeiro com uma interrupção, após o que calcula a localidade e o caráter do erro, antes de enviá-los ao hospedeiro, onde é realizada a operação de correção, através de uma porta OU-exclusivo.

Um ponto importante a ressaltar é que o surto de erros pode estar a qualquer altura da corrente de dados e pode ter até 12 bits em seguida. No entanto, apenas um surto pode ser corrigido por este método — dois ou mais são indicados como de correção impossível.

Quatro diferentes polinômios geradores estão disponíveis, um dos quais compatível com os padrões internos dos controladores de discos da IBM.

R. Colin Johnson

Os 4 polinômios usados na detecção e correção de erros

gerador polinomial	nº de bits de verificação	extensão máx. da corrente de dados	extensão máx. do surto de erros
$(x^{22} + 1) (x^{11} + x^7 + x^6 + x + 1) (x^{12} + x^{11} + \dots + x^2 + x + 1) (x^{11} + x^9 + x^7 + x^5 + x + 1)$	56	585.442	11
$(x^{21} + 1) (x^{11} + x^2 + 1)$	32	42.987	11
$(x^{23} + 1) (x^{12} + x^{11} + x^8 + x^7 + x^3 + x + 1)$	35	94.185	12
$(x^{13} + 1) (x^{35} + x^{23} + x^8 + x^2 + 1)$	48	$13 \cdot (2^{35} - 1)$ (> 446.667 Mb)	7

tos forem esses fatores, sendo que todas elas devem indicar "0" para indicar uma completa ausência de erros.

Isto é feito dividindo-se a matriz registradora em seções, de forma que sejam produzidas tantas síndromes quanto o número de seções, cada seção implementando um dos fatores do polinômio. Assim, cada fator poderá ser dividido separadamente, mas em paralelo — simultaneamente — aos demais.

Quando um erro é detectado, o teorema faz com que a síndrome obtida pelo polinômio seja repetidamente dividida, até que o modelo de erro seja encontrado. Após a localização do modelo, o registrador correspondente é bloqueado em sua operação; a seguir, o registrador correspondente ao segundo fator recebe repetidos pulsos de clock, até igualar o modelo, sendo por sua vez bloqueado. Essa operação repete-se para todos os demais fatores, até que o modelo de erro de cada seção seja encontrado.

As entradas  $P_0 - P_3$  do BEP existem para controlar o clock de cada registrador individual, enquanto as saídas  $PM_2 - PM_4$  servem para indicar a correspondência de cada registrador com o modelo de erro.

A exemplo do método normal, cada erro detectado pelo BEP poderá não ser necessariamente possível de corrigir. Caso o número de ciclos de clock necessários à individualização do modelo exceda o período do polinômio, ou caso o número de ciclos de clock requeridos para satisfazer um registrador exceda o período do polinômio correspondente, o processo de correção deve ser abortado. O método chinês do resto é ligeiramente mais complicado em seu uso, mas pode resultar, na maioria das vezes, em um processo de correção bem mais rápido.

### Conclusão bem sucedida

O AmZ8065 posiciona o modelo de erro em 12 saídas, como já vimos, sendo 8 bits nas saídas  $Q_0 - Q_7$  e 4 bits nas saídas  $LP_0 - LP_3$ . Assim, quando a localidade de erro for tal que, 12 bits consecutivos de uma gravação sofrerem uma operação OU-exclusiva juntamente com o modelo de erro, todo o surto de erro será corrigido.





Alvaro Alipio Lopes Domingues  
Consultoria: Marilena O. Siviero

## O loop FOR... NEXT

Na lição passada mostramos um meio de realizar operações repetitivas usando uma variável contadora, que controlava o ciclo de repetições, um GO TO, que mandava o computador realizar a repetição, e uma instrução IF... THEN que, uma vez terminado o ciclo, permite ao computador sair do *loop*. Fazemos o seguinte programa, que imprime os dez primeiros números naturais:

```
10 LET C = 1
20 IF C > 10 THEN GO TO 60
30 PRINT "C = "; C
40 LET C = C + 1
50 GO TO 20
60 STOP
```

Existe uma outra maneira de fazer isso: através do *loop* FOR... NEXT.

No *loop* FOR... NEXT, duas instruções realizam automaticamente todas as operações necessárias para a repetição controlada. A instrução FOR indica quantas vezes o *loop* ocorrerá, onde ele começa e quando o computador deve deixá-lo. A instrução NEXT atualiza a variável contadora e manda o computador ao início do ciclo. Como exemplo, façamos o mesmo programa, só que utilizando o *loop* FOR... NEXT:

```
10 FOR C = 1 TO 10
20 PRINT "C = "; C
30 NEXT C
40 STOP
```

As instruções FOR e NEXT estão em regiões diferentes do programa. A instrução FOR indica o início do *loop* e a instrução NEXT fecha o ciclo, atualizando a variável. Duas vantagens existem neste conjunto de duas instruções: a primeira é que o *loop* precisa de menos instruções; a segunda é que o *loop* deste tipo assemelha-se a uma caixa onde tudo deve ser feito, dando ao programa uma forma mais estruturada: ao depararmos com um FOR temos certeza de que ali inicia um *loop* e que um NEXT o fechará, e tudo que estiver entre ambos será repetido n vezes, tantas quantas a instrução FOR determinar.

A variável contadora pode ser inicializada por qualquer valor, inteiro, em ponto flutuante ou em notação científica (ver glossário), por outra variável ou ainda por uma expressão, o mesmo ocorrendo para o seu valor final.

No exemplo a seguir, o valor final do ciclo FOR... NEXT é dado por uma variável:

```
10 PRINT "PROGRAMA PARA CÁLCULO DE MÉ-
DIA"
20 PRINT "QUANTOS NÚMEROS?";
30 INPUT N
40 PRINT N
50 LET T = 0
60 FOR K = 1 TO N
70 PRINT "X = ?";
80 INPUT X
90 PRINT X; " ";
100 LET T = T + X
110 NEXT K
120 M = T / N
130 PRINT "TOTAL = "; M
150 STOP
```

Você pode querer que a variável contadora, ao invés de 1 em 1, ande, por exemplo, de dois em dois. Para isso, você deve acrescentar a palavra STEP na instrução FOR;

```
50 FOR C = 1 TO 100 STEP 2
```

O passo poderá assumir qualquer valor, como uma constante em ponto flutuante, em notação científica ou ainda uma variá-



vel ou expressão. Para valores negativos, a contagem será regressiva. O computador diminui o valor da variável cada vez que encontra a instrução NEXT e para o ciclo quando a variável contadora for menor que o valor final.

Veja estes exemplos:

```
10 FOR D=27 TO 3 STEP -3
20 PRINT D,
30 NEXT D
40 STOP
```

Aqui o passo é negativo. *D* é diminuído cada vez que o computador encontra a instrução NEXT e o computador pára quando *D* for menor que 3.

```
10 FOR X=2.5 TO 7.5 STEP 0.25
20 PRINT X,
30 NEXT X
40 STOP
```

Aqui o valor inicial, o valor final e o passo são números em ponto flutuante.

Podemos colocar também um *loop* FOR... NEXT embutido dentro de outro, como no exemplo:

```
10 FOR I=1 TO 10
20 PRINT I
30 FOR C=1 TO I
40 PRINT C;
50 NEXT C
60 NEXT I
```

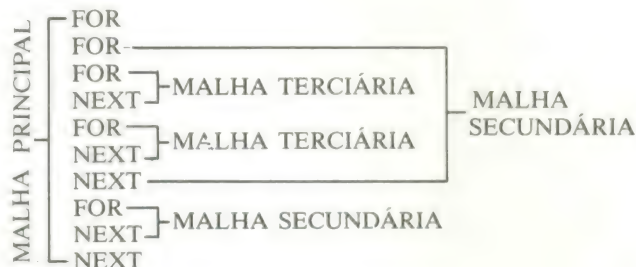
Agora, analise o programa a seguir, observando atentamente as linhas 40 e 50

```
10 FOR I=1 TO 10
20 FOR C=1 TO I
30 PRINT C
```

```
40 NEXT I
50 NEXT C
```

Você deve ter observado que a variável contadora da malha principal é atualizada antes da variável da malha secundária. Isto não é permitido: uma malha (ninho) secundária deve estar totalmente contida na malha principal.

Você pode embutir quantas malhas (ninhos) você quiser (o número máximo depende do tipo de computador), desde que cada malha esteja totalmente contida na anterior ou totalmente fora dela:



### READ/DATA

Nas lições passadas, vimos duas maneiras de atribuir um valor a uma variável: através da instrução INPUT e da instrução LET. Existe uma outra maneira: através do par de instruções READ e DATA. Observe o programa:

```
10 READ X
20 PRINT "X="; X
30 GO TO 10
40 DATA 16, 10, 9, 8.25, 98
50 END
```

## SEU SOM COM ENDEREÇO CERTO

# GER-SOM

### A mais completa organização do Brasil em equipamentos de som para automóveis.

A GER-SOM é o nome certo para sonorizar seu carro do jeito que V. quer.

Ela têm mais, muito mais, para V. escolher melhor.

Na GER-SOM, V. encontra, além do maior estoque de alto-falantes de todas as marcas, tamanhos e potências, a maior variedade de amplificadores, equalizadores, antenas e acessórios em geral.

E se V. está querendo o melhor em som ambiente, saiba que a GER-SOM dispõe também de uma infinidade de modelos de alto-falantes e caixas acústicas de alta fidelidade para seu lar, clube, discoteca ou conjunto.

Escolha melhor seu som em qualquer uma das lojas GER-SOM.

A GER-SOM também lhe atende pelo sistema de reembolso postal ou Varig.

Solicite maiores informações através dos telefones 220-2562 ou 220-5147, ou por carta para a loja da Rua Santa Ifigênia, 211, e você receberá em sua casa, nossos folhetos e listas de preços.

**GER-SOM** COMÉRCIO DE  
ALTO-FALANTES LTDA.

- Rua Santa Ifigênia, 186 - Fone: 229-9857
  - Rua Santa Ifigênia, 211/213 - Fones: 220-2562 - 220-5147 - 220-7749
  - Rua Santa Ifigênia, 622 - Fone: 220-8490
- CEP 01027 - São Paulo - SP



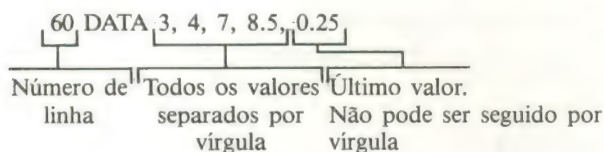
Se você rodar o programa, você obterá

X = 16  
X = 10  
X = 9  
X = 8.25  
X = 98

OUT OF DATA IN LINE 10

A instrução READ ordena ao computador que leia um valor contido na instrução DATA. Cada vez que o computador executa o ciclo, lê o valor seguinte ao valor executado no ciclo anterior. A mensagem "OUT OF DATA IN LINE 10" indica que não existem mais dados para serem lidos.

A maneira correta de se escrever uma instrução DATA é:



A instrução DATA, como qualquer instrução BASIC que lida com valores numéricos, aceita números inteiros, números em ponto flutuante e números em notação científica, tanto positivos como negativos. Assim podemos ter:

```
75 DATA 3, -5, 0.25, -7.41E8
```

A instrução DATA poderá ocupar outras posições no programa:

```
10 READ X
15 DATA 16, 10, 9, 8.25, 98
```

O programa poderá ter mais de uma instrução DATA, como no exemplo que se segue:

```
10 PRINT "PROGRAMA PARA O CÁLCULO DE
CRESCIMENTO DE POPULAÇÃO"
```

```
15 READ P,R
20 DATA 1000, 2.5
30 PRINT "A POPULAÇÃO INICIAL É "; P
40 PRINT "A TAXA DE CRESCIMENTO É "; R;
```

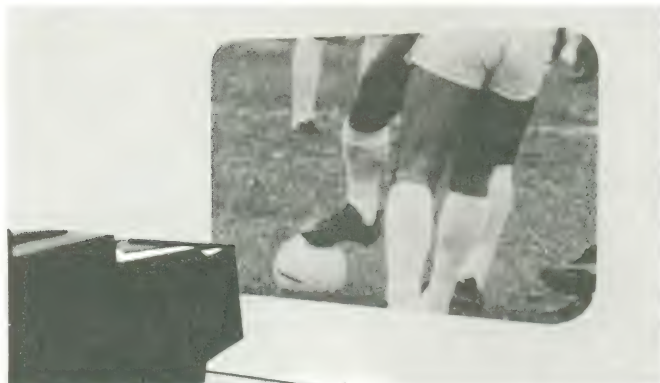
```
"%"
50 PRINT
60 READ N
70 LET Q=P
80 DATA 10, 20, 50, 100
90 FOR I=1 TO N
100 LET Q=Q*(1+R/100)
110 NEXT I
120 PRINT "A POPULAÇÃO FINAL APÓS "; N;
"ANOS É "; Q
130 GO TO 60
```

As linhas 20 e 70, neste programa, podem ser substituídas por uma única instrução DATA, mas em determinados computadores isto não pode ser feito.

## Exercícios

1 — Faça um programa que calcule o produto de N números e o imprima. Use as instruções READ/DATA e FOR...NEXT.

**Veja os gols da nossa seleção  
num ângulo diferente!**



## TENHA UM CINEMA EM CASA!

**O TELÃO transforma  
o seu TV num cinema.**

VER TELEVISÃO É UMA COISA, MAS VER EM TELA TAMANHO CINEMA É OUTRA COISA!

A B.S. Lançamentos lançou no mercado este novo e fantástico projetor de TV que amplia a imagem do seu televisor até 2,5 x 2,0m, transformando-o num verdadeiro cinema.

NÃO NECESSITA DE TELAS ESPECIAIS! O Telão projeta até mesmo sobre paredes imagens nítidas, sem distorções nem chuveiros.

ESTE NOSSO NOVO MODELO COM DUAS LENTES É O ÚNICO EXISTENTE NO MERCADO: deixou para trás tudo o que já se fez e se falou sobre projetores para TV até hoje. Se você quer ter mesmo um cinema em casa não compre outros projetores sem conhecer nosso novo modelo, fazendo o seu pedido pelo reembolso postal.

ESTAMOS EM TEMPO DE COPA DO MUNDO: você vai se sentir como se estivesse participando dos lances, pois com o novo TELÃO tudo toma uma incrível e nova dimensão.

Confeccionado em gabinete de fibra de vidro (fiberglass), você, ou mesmo uma criança, tira e coloca em poucos segundos, pois não tem nenhuma conexão elétrica. Também temos o antigo modelo que você mesmo pode construir, adquirindo somente a lente com os manuais de instrução, e fazendo o seu gabinete em madeira, isopor, ou em qualquer outro material.

Escolha agora o seu modelo e faça já o seu pedido para ter imediatamente seu cinema particular.

**GRÁTIS**

Para cada TELÃO, você ganha 1  
ótima máquina fotográfica e um  
filme colorido de 20 poses!

## B.S. LANÇAMENTOS ELETRÔNICOS

Rua Major Quedinho, 110 - Sala 171 - São Paulo - SP - CEP 01050  
Tel.: (011) 259-3820

SIM, desejo receber pelo Reembolso Postal:

- ☐ Projetor com 2 lentes de 8" - Cr\$ 29.500,00  
☐ Projetor com 1 lente de 6" - Cr\$ 11.500,00  
☐ Uma lente de 6" com manual de instruções para montagem - Cr\$ 6.700,00

Nome \_\_\_\_\_

End. \_\_\_\_\_

Cidade \_\_\_\_\_ Est. \_\_\_\_\_ CEP \_\_\_\_\_

Indique quantas polegadas tem o seu TV \_\_\_\_\_

Assin. \_\_\_\_\_

Não mande dinheiro agora! Pague somente quando for retirar o seu pedido no correio.



2 — Faça um programa que calcule as raízes de uma equação de 2.º grau. Use as instruções FOR... NEXT e READ/ DATA

### Instruções usadas nesta lição

FOR... NEXT (STEP)  
READ/DATA

### Glossário

**Notação científica** — forma de escrever um número em que apenas seus algarismos significativos são escritos e sua ordem de grandeza é indicada na forma de uma potência de dez, na forma:

$$N \times 10^a$$

Onde  $n$  é um número real e  $a$  é um número inteiro. Por exemplo:

780 pode ser escrito como  $7,8 \times 10^2$ .

Em diversas linguagens de computação, o BASIC entre elas pode utilizar a notação científica na forma:

xx,xxxEnn

Onde  $x$  significa um algarismo significativo e  $n$  representa um algarismo do expoente (o número de “xx”, antes ou depois da vírgula, e o número de “nn” no expoente são arbitrários).

O expoente poderá ser negativo, por exemplo:

8.4 E—3, significando:

$$8.4 \times 10^{-3} = 8.4 \times \frac{1}{10^3} = \frac{8.4}{1000} = 0,0084$$

**Variável contadora** — variável usada para controlar um loop.

**Variável (constante) em ponto flutuante** — variável (constante) que é formada por uma parte inteira e uma parte decimal.

### Respostas dos exercícios do número anterior.

1 — Nós tínhamos o valor de  $\sin x$  e queríamos seu arco, dispondo apenas da função arcotangente.

Sabemos que:

$$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$$

e que:

$$\cos x = \sqrt{1 - \sin^2 x}$$

Supondo  $\sin x = a$ , temos:

$$\tan x = \frac{a}{\sqrt{1 - a^2}}$$

então:

$$\arcsen a = \arctan \frac{a}{\sqrt{1 - a^2}}$$

Temos, então o programa:

```
10 PRINT "CÁLCULO DO ARCO-SENO"
20 INPUT A
30 PRINT A
40 LET B=A/SQR (1-A**2)
50 LET C=ATN (B)
60 PRINT "O ARCO-SENO DE"; A;"É "; C
```

2 — Cálculo de funções trigonométricas

```
10 PRINT "ENTRE COM O ÂNGULO EM GRAUS"
20 INPUT A
30 LET B=PI*A/180
40 LET S= SIN (B)
60 LET T=TAN (B)
70 PRINT "SIN(A)=";S;"COS(A)="; C;"TAN(A)=";
```

T

80 STOP

3 — Crivo de Eratóstenes

```
10 PRINT "CRIVO DE ERATOSTENES"
20 LET I=2
30 LET J=1
40 LET J=J+1
50 LET X=I-INT (I/J)*J
60 IF X<>0 THEN GO TO 50
70 IF J=I THEN PRINT I,
80 IF J<>I THEN PRINT " ",
90 LET I=I+1
100 IF I=50 THEN GO TO 120
110 GO TO 30
120 STOP
```

**Você não sabe  
o que está  
perdendo  
deixando de  
anunciar  
em**

**NOVA ELETRÔNICA**

**Afinal, são  
60.000 leitores  
interessados em  
seu  
Produto ou  
serviço**



# Clube de Computação NE

*Temos vários programas este mês, alguns dos quais enviados por leitores. De nossa parte, estamos sugerindo mais três programas para o NE-Z8000. Lembrem-se de que continuamos de portas abertas, aceitando programas para qualquer computador, em qualquer linguagem; poderemos publicar também pequenos avisos ou anúncios de clubes ou agremiações de computação. Escrevam!*

## Classificação em ordem numérica

Damasio Casemiro da Silva, Universidade Federal da Bahia

Este programa lê uma série de números inteiros e classifica-os em ordem crescente. A linguagem utilizada é o SFTRAN (FORTRAN estruturado).

```

● $JOB -----
● $PASSWORD -----
● DECK DAMAS.FOR
● C  PROGRAMA ELABORADO POR:
●   DAMASIO C. SILVA
● C  TEL: 226-8381 - SALVADOR - BAHIA
● C  PROGRAMA: LER N NÚMEROS
●           INTEIROS E
●           CLASSIFICÁ-LOS EM
●           ORDEM CRESCENTE
● C  COMENTÁRIOS
● C  ITROCA = 1 SIGNIFICA QUE HOUE
●   TROCA
● C  ITROCA = 0 SIGNIFICA QUE NÃO
●   HOUE TROCA
●
●   DIMENSION NUM(10)
●   READ(2,10010) N
●   IF(N.GE.1.AND.N.LE.10)
●     I = 1
● C   LEITURA DOS NÚMEROS
●   DO WHILE,(I.LE.N)
●     READ(2,10020) NUM(I)
●     I = I + 1
●   OD
● C   CLASSIFICAR EM ORDEM
●   CRESCENTE
●   LIM = 1 - 1

```

```

● K = LIM
● DO UNTIL,(ITROCA.EQ.0)
●   ITROCA = 0
●   I = 1
●   DO WHILE,(I.LT.K)
●     IF(NUM(I).GT.NUM(I + 1))
●       ISALVE = NUM(I)
●       NUM(I) = NUM(I + 1)
●       NUM(I + 1) = ISALVE
●       ITROCA = 1
●     ELSE
●       FI
●     I = I + 1
●   OD
●   K = K - 1
●   OD
●   WRITE(3,10028) (NUM(K),K = 1, N)
● ELSE
●   WRITE(3,10030)
● FI
● 10010 FORMAT(12)
● 10020 FORMAT(13)
● 10028 FORMAT(10I3)
● 10030 FORMAT(' ','O VALOR DE N ESTÁ
●   ERRADO')
● STOP
● END
● STOP
● END
● $DATA
● 314,-21, 2, 3, 5, 20, 19, 10,-49
● $TOPS10
● .PRINT DAMAS.FOR
● .EXECUTE DAMAS
● .DELETE *.
● $EOJ

```



## Edição de calendários

Eduardo Augusto Gomes, São Paulo

Destinado ao micro TRS-80, Level II, este programa foi escrito em BASIC para edição de calendário em qualquer ano compreendido entre março de 1900 e fevereiro de 2100. Aceita modificações, a fim de adaptar-se a outros modelos de computador.

```

10 * EDIÇÃO DE CALENDÁRIOS *
20 AUTOR - EDUARDO AUGUSTO GOMES.
30 CLS: PRINT TAB (21) "EDIÇÃO DE
  CALENDÁRIOS"
40 PRINT: PRINT "ESTE PROGRAMA ESTÁ
  DESTINADO A EDITAR O CALENDÁRIO
  DE QUALQUER MÊS COMPREENDIDO
  ENTRE 01/03/1900 e 29/02/2100."
50 PRINT: INPUT "QUAL O MÊS E ANO
  DESEJADOS" M, A
60 IF M < 1 OR M > 12 THEN 50 ELSE IF A
  < 1900 OR A > 2100 THEN 50
70 PRINT: PRINT "CASO VOCÊ DESEJE
  QUE O CALENDÁRIO SEJA EDITADO
  APENAS NO VÍDEO, PRESSIONE 'V';
  CASO VOCÊ QUEIRA QUE ELE SEJA
  IMPRESSO TAMBÉM, PRESSIONE 'I'."
80 Z$ = INKEY$: IF Z$ = " " THEN 80
90 IF Z$ = "I" THEN I = 1 ELSE IF Z$ = "V"
  THEN I = 0 ELSE GO TO 80
100 IF M < 3 THEN N = 365 * A + 1 + 31 *
  (M - 1) + INT ((A - 1) / 4) - INT (3 / 4 * INT
  ((A - 1) / 100) + 1) ELSE N = 365 * A + 1 + 31 *
  (M - 1) - INT (.4 * M + 2.3) + INT (A / 4) - INT
  (3 / 4 * (INT (A / 100) + 1))
110 N# = N : S = N# - INT (N# / 7) * 7 : IF S = 0
  THEN S = 7
120 IF M < 2 THEN 140 ELSE Z = A / 4 - INT
  (A / 4)
130 IF Z = 0 THEN ND = 29 : GO TO 160 :
  ELSE ND = 28 : GOTO 160
140 IF M = 4 OR M = 6 OR M = 9 OR M = 11
  THEN ND = 30 : GO TO 160
150 ND = 31
160 CLS : PRINT TAB (28) M "/" A : PRINT :
  PRINT TAB (1) "DOMINGO" TAB (11)
  "SEGUNDA" TAB (21) "TERÇA" TAB
  (30) "QUARTA" TAB (39) "QUINTA" TAB
  (48) "SEXTA" TAB (57) "SÁBADO"
170 FOR X = 1 TO S : READ Z : NEXT
180 FOR X = 1 TO ND
190 READ Z : PRINT @Z, X
200 NEXT
210 IF I = 0 THEN A$ = INKEY$ : IF A$ = " "
  THEN 210 ELSE ND
220 LPRINT CHR$ (27) CHR$ (14) TAB (16)
  M "/" A
230 LPRINT STRING$ (3, 138)
240 LPRINT CHR$ (27) CHR$ (14) "DOM"
  TAB (8) "SEG" TAB (14) "TER" TAB (20)
  "QUA" TAB (26) "QUINT" TAB (32)
  "SEX" TAB (38) "SAB"
250 LPRINT STRING$ (3, 138)
  
```

```

260 RESTORE : FOR X = 1 TO 43 + S : READ Z :
  NEXT
270 FOR X = 1 TO ND
280 READ Z : LPRINT CHR$ (27) CHR$ (14)
  TAB (Z) X
290 NEXT
300 LPRINT STRING$ (9, 138)
310 A$ = INKEY$ : IF A$ = " " THEN 310 ELSE
  END
320 DATA 0, 260, 270, 279, 288, 297, 306, 315,
  388, 398, 407, 416, 425, 434, 443, 516, 526,
  535, 544, 553, 562, 571, 644, 654, 663, 672,
  681, 690, 699, 772, 782, 791, 800, 809, 818,
  827, 900, 910, 919, 928, 937, 946, 955
330 DATA 0, 0, 8, 14, 20, 26, 32, 38, 0, 8, 14, 20,
  26, 32, 38, 0, 8, 14, 20, 26, 32, 38, 0, 8, 14,
  20, 26, 32, 38, 0, 8, 14, 20, 26, 32, 38, 0, 8,
  14, 20, 26, 32, 38
  
```

## Datas de aniversário

Moacir Degasperri Jr., Rio Claro, SP

Mais um programa de calendário, mas escrito em FORTRAN e serve para exibir o dia da semana de todos os aniversários de uma pessoa, até o ano de 1999. Foi executado em um computador Univac 9030, mas poderá rodar em qualquer outro que emprega FORTRAN, mediante pequenas modificações.

```

1      PROGRAM SISTEM
2      * AUTOR: MOACIR DEGASPERI
      JR.***
3      DIMENSION S(10)
4      60 ICS = 3
5      ICD = 1
6      ICM = 1
7      ICA = 1
8      IAR = 0
9      DATA S/'DOM','SEG','TER',
      'QUA','QUI','SEX','SAB'/
10 C    ** LAY-OUT DE ENTRADA**
11 C    1 A 24 NOME.
12 C    25 A 26 DIA DO NASCIMENTO.
13 C    27 A 28 MÊS DO NASCIMENTO.
14 C    29 A 30 ANO DO NASCIMENTO.
15      READ(1,1)AN1,AN2,AN3,AN4,
      AN5,AN6,ID,IM,IA
16      IMS = IM
17      IAS = 1900 + IA
18      IDS = ID
19      WRITE(3,50)AN1,AN2,AN3,AN4,
      AN5,AN6,IDS,IMS,IAS
20      IAR = IA
21 C    ** PARA INDICAR TÉRMINO
      DE PROCESSAMENTO, O
      ÚLTIMO CARTÃO DA MASSA DE
      DADOS DEVE ESTAR EM
      BRANCO.*****
  
```



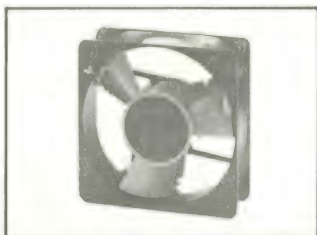
2 3 IF(IA)52,52,27  
 2 4 27 IF(ICA—IAR)2,3,2  
 2 5 3 IF(ICM—IM)2,4,2  
 2 6 4 IF(ICD—ID)2,5,2  
 2 7 2 IF(ICS—7)6,7,6  
 2 8 7 ICS=0  
 2 9 6 ICD=ICD+1  
 3 0 ICS=ICS+1  
 3 1 IAX=ICA/4  
 3 2 IB=ICA—(IAX\*4)  
 3 3 IF(IB)8,9,8  
 3 4 8 IX=0  
 3 5 GO TO 10  
 3 6 9 IX=1  
 3 7 10 IAA=ICM/2  
 3 8 IAB=ICM—(IAA\*2)  
 3 9 IF(ICD—28)27,12,12  
 4 0 12 IF(ICM—2)13,14,13  
 4 1 14 IF(IX)15,15,16  
 4 2 15 IF(ICD—28)27,27,17  
 4 3 16 IF(ICD—29)27,27,17  
 4 4 13 IF(IAA—4)18,19,19  
 4 5 18 IF(IAB—1)20,21,21

4 6 19 IF(IAB—1)21,20,20  
 4 7 20 IF(ICD—30)27,27,17  
 4 8 21 IF(ICD—31)27,27,17  
 4 9 17 ICD=1  
 5 0 ICM=ICM+1  
 5 1 IF(ICM—12)27,27,22  
 5 2 22 ICM=1  
 5 3 ICA=ICA+1  
 5 4 GO TO 27  
 5 5 5 IF(IAR—99)30,30,60  
 5 6 30 MA=IAR—IA  
 5 7 IAS=IAR+1900  
 5 8 WRITE(3,51)MA,IAS,S(ICS)  
 5 9 51 FORMAT(1X,I2,5X,I4,4X,'\*',-  
 A3,'\*')  
 6 0 IAR=IAR+1  
 6 1 GO TO 27  
 6 2 52 STOP  
 6 3 1 FORMAT(6A4,3(I2))  
 6 4 50 FORMAT('1',///,10X,6A4,50X,I2,  
 '/',I2,'/',I4)  
 6 5 END

## OUÇA: ESTES MINIVENTILADORES TRABALHAM EM SILÊNCIO!

**Produto Nacional assegurando garantia permanente de fornecimento  
Tecnologia Rotron garantindo qualidade para seus produtos.**

Durabilidade infinita – Estrutura Zamak Baixíssimo nível de ruído – Buchas autolubrificantes  
Alta confiabilidade – Avançado padrão técnico de controle de qualidade.



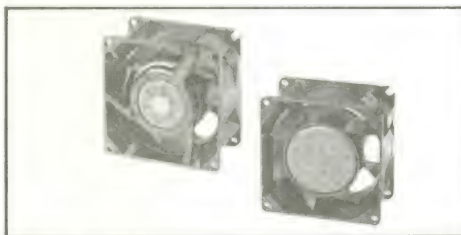
**MUFFIN XL**

Volume de ar: 54 L/seg

Dimensões: 120<sup>2</sup> x 39 mm

Peso: 610 gramas

MX2A1 110 V } 15 WATTS  
MX3A1 220 V }



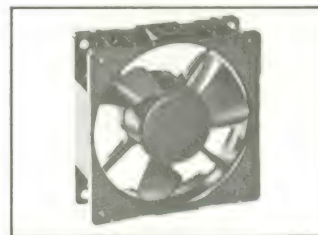
**SPRITE**

Volume de ar: 13 L/seg

Dimensões: 79<sup>2</sup> x 42 mm

Peso: 511 gramas

SU2A1 110 V } 11 WATTS  
SU3A1 220 V }



**WHISPER XL**

Volume de ar: 30 L/seg

Dimensões: 119<sup>2</sup> x 39 mm

Peso: 488 gramas

WX2M1 110 V } 7 WATTS  
WX3M1 220 V }

**VENTILAÇÃO DE CIRCUITOS EM EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS—COMPUTADORES E PERIFÉRICOS  
COPIADORAS — TRANSMISSÃO — RADIOAMADORES—ÁUDIO — ALTA POTÊNCIA — EQUIPAMENTOS  
DE ELETROMEDICINA — ELETRÔNICA PROFISSIONAL**

**VENDAS POR ATACADO — DISTRIBUIDOR INDUSTRIAL**

**TELERADIO**  
**TELERADIO ELETRÔNICA LTDA**

RUA VERGUEIRO, 3.134 - TEL. 544-1722 - TELEX (011) 30.926  
CEP 04102 - SÃO PAULO - SP  
(ATRÁS DA ESTAÇÃO VILA MARIANA DO METRÔ)



## **Cosseno de ângulos pelo Polinômio de Taylor**

*Sérgio Cabral Cavalcanti, UFRJ*

O objetivo, aqui, é calcular a função cosseno através do polinômio de Taylor, alternativa bastante útil para aqueles que não possuem tal função em seus computadores. A fórmula de Taylor para o cosseno é a seguinte:

$$\cos \text{ ang} = 1 - \frac{\text{ang}^2}{2!} + \frac{\text{ang}^4}{4!} - \frac{\text{ang}^6}{6!} + \dots$$

Quanto maior o número de termos, maior será a precisão obtida. O programa foi escrito em BASIC e pode ser também usado como sub-rotina de um programa maior.

```

10 PRINT "QUAL O ÂNGULO EM GRAUS"
20 INPUT ANG
30 Y1=0
40 FOR K=4 TO 24 STEP 4
50 FATKK=1
60 KK=K
70 FOR I=2 TO KK
80 XK=I
90 FATKK=FATKK*XK
100 NEXT I
110 RAD=ANG*3.14159/180
120 Y1=Y1+(RAD^K)/FATKK
130 NEXT K
140 Y2=0
150 FOR K=2 TO 22 STEP 4
160 FATKK=1
170 KK=K
180 FOR I=2 TO KK
190 XK=I
200 FATKK=FATKK*XK
210 NEXT I
220 RAD=ANG*3.14159/180
230 Y2=Y2+(RAD^K)/FATKK
240 NEXT K
250 COS=Y1-Y2
260 IF COS<0 THEN COS=-COS
270 COS=1-COS
280 PRINT "COS=";COS
290 GO TO 10

```

## **Loto com 4 cartelas**

*Carlos Alberto Rosa dos Santos, São Paulo*

O popular jogo do loto ou bingo pode ser jogado pela TV fazendo rodar este programa em seu NE-Z80 (ou NE-Z8000, com algumas pequenas modificações), com apenas 1 k de RAM. No vídeo aparecerão 4 cartelas, que o computador se encarregará de preencher, através de sorteio próprio.

```

5 LET K=0
10 DIM A(90)
20 LET Z=9
22 PRINT "JOGADOR 1","JOGADOR 2"
25 FOR I=1 TO 5
30 LET Z=Z+2
35 IF Z>90 THEN GO TO 100
40 IF Z=K THEN GO TO 200
45 IF NOT A(Z)=0 THEN GO TO 180
50 PRINT Z;
60 PRINT " ";
64 IF Z=90 THEN GO TO 121
70 NEXT I
80 PRINT,
90 GO TO 25
100 PRINT
101 PRINT
105 PRINT "JOGADOR 3","JOGADOR 4"
110 LET Z=10
120 GO TO 25
121 PRINT
122 PRINT
123 PRINT ".....";
124 PRINT K
125 INPUT U$
130 LET K=RND(90)
131 LET Z=9
132 LET Z=Z+1
133 IF A(Z)=K THEN GO TO 130
134 IF Z=90 THEN GO TO 140
135 GO TO 132
140 IF K<11 THEN GO TO 130
145 CLS
150 GO TO 20
180 PRINT "■ ■ ";
185 LET A(Z)=A
190 GO TO 60
200 PRINT Z;"■ ";
205 LET A(Z)=Z
210 GO TO 64

```

OBS: . = espaço

## **Escala musical eletrônica para o NE-Z80 ou 8000**

*Milton Maldonado Jr., São Paulo*

O programa é compatível com os dois computadores da NE e reproduz, no alto-falante da TV, o som de uma escala musical. Para que seja ouvida, é preciso elevar o volume e ajustar a sintonia fina. Para interromper o *loop*, basta pressionar a tecla BREAK.

**Nota da redação:** Não esperem uma escala afinada e clara, como a de um instrumento musical, pois o som é apenas uma consequência das operações efetuadas pelo computador e não uma escala propriamente dita. Para dar início ao programa, é preciso introduzir um número maior que 45 logo após o RUN; a escala irá variar de acordo com esse número.



```

1 INPUT P
10 FOR L = 1 TO P
20 NEXT L
30 FOR L = 1 TO P-5
40 NEXT L
50 FOR L = 1 TO P-10
60 NEXT L
70 FOR L = 1 TO P-15
80 NEXT L
90 FOR L = 1 TO P-20
100 NEXT L
110 FOR L = 1 TO P-25
120 NEXT L
130 FOR L = 1 TO P-30
140 NEXT L
150 FOR L = 1 TO P-35
160 NEXT L
170 FOR L = 1 TO P-40
180 NEXT L
190 FOR L = 1 TO P-45
200 NEXT L
210 GO TO 10

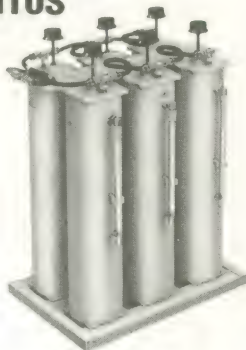
```



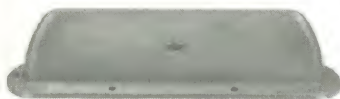
## APRESENTA SEUS NOVOS LANÇAMENTOS

Cavidade duplexadora para rejeição de frequências em repetidores com separação a partir de 600 KHz. Com 100 ou 50 dB de atenuação. Modelos CRV 6/100 e CRV 4/50.

Cavidade filtro passabanda para rejeição de frequências indesejáveis. Com atenuação de 30 a 80 dB. Modelos FPB 1/30 - FPB 2/50 - FPB 3/80.



Antena móvel ferroviária.  
0 dB omnidirecional.  
Modelo MVF-00.



Antena Heliflex helicoidal  
para uso em equipamentos  
H.T. 30/450 MHz.  
Modelo HVU



**"ARS" - ELETRÔNICA INDUSTRIAL LTDA.**  
O SÍMBOLO QUE É UMA GARANTIA DE QUALIDADE  
RUA MONTE CARLO, 183 - VELEIROS - SANTO AMARO  
SÃO PAULO - TELS.: 247-4210 - 548-0558 - CEP 04773

Aqui, nossas sugestões para o NE-Z8000. Todas podem ser rodadas apenas com o módulo básico, sem exigir a expansão NEX-16 k.

## Órbita

Neste jogo, aparece no vídeo uma estrela, em cuja órbita encontram-se uma nave espacial e uma cápsula de combustível. Seu objetivo é acoplar a cápsula à nave e, para isso, você dispõe de duas teclas:

- (6 + SHIFT), que faz com que a nave se aproxime da estrela e eleve sua velocidade.
- (7 + SHIFT), que afasta a nave da estrela e reduz sua velocidade.

Atingido o objetivo, o computador informará o tempo decorrido; naturalmente, quanto menos tempo você levar para o acoplamento, melhor. Para reiniciar, pressione qualquer tecla.

```

90 REM ÓRBITA / LUZO DANTAS
100 LET R1 = INT (RND*6) + 3
110 LET R2 = INT (RND*6) + 3
120 LET A1 = 0
130 LET A2 = PI
140 LET C = 0
200 LET A1 = A1 + PI/R1
210 LET A2 = A2 + PI/R2
300 LET X1 = INT (R1 * COS A1 + 16.5)
310 LET X2 = INT (R2 * COS A2 + 16.5)
320 LET Y1 = INT (R1 * SIN A1 + 10.5)
330 LET Y2 = INT (R2 * SIN A2 + 10.5)
400 CLS
410 PRINT "ÓRBITA"
420 PRINT AT 10,16;"K"
430 PRINT AT Y1,X1-1;"███"
440 IF X1 = X2 AND Y1 = Y2 THEN GO TO 900
450 PRINT AT Y2,X2;"0"
460 PAUSE 60
465 POKE 16437,255
470 IF INKEY$ = "6" THEN LET R1 = R1 - 1
480 IF INKEY$ = "7" THEN LET R1 = R1 + 1
490 IF R1 > 10 THEN LET R1 = 10
495 IF R1 = 1 THEN LET R1 = 2
500 LET C = C + 1
510 GOTO 200
900 PRINT AT Y2,X2;"0"
905 PRINT
910 PRINT C, "DIAS GASTOS"
920 PAUSE 9999
930 GOTO 100

```

## Equilíbrio da balança

Eis um jogo educativo, que testa seus conhecimentos de física (a fórmula do momento, par quem conhece). Primeiramente, o computador pergunta pelo grau de dificuldade desejado, entre 1 e 3; digite, então, uma das teclas correspondentes, seguido de < CR >. Desse modo, na tela surgirá uma barra com um ponto de apoio (ou fulcro) e um peso em cada extremidade. São fornecidas as distâncias do fulcro aos pesos e ainda o valor de um deles.

Você é que deve balancear a barra, digitando o peso do lado oposto. Lembre-se de que o valor *peso* × *distância* deve ser o mesmo em ambos os lados. O resultado será fornecido após 10 questões; para reiniciar, volte a pressionar < CR >.



```

1 REM BALANÇA / LUZO DANTAS
3 RAND
5 LET F=0
10 PRINT "NÍVEL 1-3"
20 INPUT A
30 FOR N=1 TO 10
40 CLS
45 PRINT "Q"; N
50 PRINT AT 5,0;"████████████████████"
60 PRINT "5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5"
70 LET B=INT (5*RND)+1
80 LET C=INT (5*RND)+1
90 PRINT AT 4,10-2*B;"███"
100 PRINT AT 4,10+2*C;"███"
110 LET D=INT (10**A*RND)
120 PRINT AT 2,3;D;"KGS"
130 PRINT AT 10,0;"KGS PARA
BALANCEAR?"
140 INPUT E
145 INPUT E
150 IF ABS (B*D-C+E)>01 THEN GOTO 190
160 PRINT "CORRETO PRESSIONE <CR>"
170 LET F=F+1
180 GOTO 200
190 PRINT "ERRADO PRESSIONE <CR>"
200 INPUT D$
210 NEXT N
220 CLS
230 PRINT "ACERTOU";F;" DE 10"
240 INPUT D$
250 GOTO 4

```

### Problema dos dois barris de água

Pondo este programa para rodar, surgirão na tela dois barris cheio de água, cujo volume e temperatura são dados. Sua tarefa será calcular a temperatura resultante da água quando o conteúdo dos dois barris for misturado. Ignore a perda de calor para o ambiente. Suas respostas devem ter uma precisão de 0,001°C. Aquelas que estiverem erradas serão corrigidas pelo computador. Para que outra questão seja proposta, pressione <CR>.

**Obs.:** Caso você não conheça a teoria envolvida neste programa, consulte um livro sobre Terminologia ou, então, algum amigo que estude Física.

```

1 REM TEMPERATURA
3 CLS
5 RAND
50 FOR N=1 TO 10
80 PRINT AT 21-N/4,0;" ██████████
██████████ "
82 PLOT N,1
85 PLOT N+20,1
90 NEXT N
95 LET A=INT 4*RND
100 LET B=INT (10**A*RND)
110 LET C=INT (10**A*RND)
120 PRINT AT 16,1;B;TAB 11;C
130 PRINT AT 17,1;"LTRS";TAB 11;"LTRS"
150 LET D=INT (100*RND)

```

```

160 LET E=INT (100*RND)
170 PRINT AT 14,1;D;" C";TAB 11,E;" C"
180 PRINT AT 0,0;"TEMP. MÉDIA ";
190 INPUT F
195 PRINT F
200 IF ABS (F-((B*D+C*E)/(B+C))<.001
THEN GOTO 240
210 PRINT "ERRADO"
220 PRINT " (B*D+C*E)/(B+C);"E O
CORRETO, <CR>"
230 GOTO 250
240 PRINT "CORRETO, <CR>"
250 INPUT I$
260 RUN

```

### Bits de informação

#### Ponto de contato entre associados do Clube de Computação NE

Carlos Alberto Rosa dos Santos gostaria de se corresponder com os demais associados para troca de programas. Rua Prof. Lelis Vilas Boas, 217 - São Paulo - SP -CEP 03262.

Vendo programas para TRS-80 Modelo II (compilador Basic, Fortran, Cobol, Visicalc, Contas a pagar e Scripsit) - Mário -fone 245-3620 - Salvador - a partir das 20 h.

Conheço várias linguagens de programação (Cobol, Basic, Fortran, Pascal, Algol), sistemas operacionais, linguagens de máquina do 8080, 8085, Z80. Gostaria de trocar meus conhecimentos com quem estiver disposto a me orientar em eletrônica básica e avançada - Antonio Carlos -cx. postal 4470 - São Paulo - SP -CEP 01000.

Desenvolvo e executo projetos de programas; jogos, utilitários e sistemas para computadores pessoais, em Basic e outras linguagens. Preço a combinar - Mário Seara Filho - cx. postal 04-0440 -Brasília -DF - CEP 70.000.

Treinamento por correspondência em programação p/ computadores pessoais; Basic e outras linguagens. Preço a combinar -Eduardo Natal Rodrigues - cx. postal 04-0440 - Brasília - DF -CEP 70000.

### Informe aos leitores

Andamos recebendo, ao lado dos inúmeros programas para microcomputadores, alguns programas para calculadoras científicas de modelo avançado. Pretendemos, num futuro próximo, abrir um espaço também para esse tipo de máquinas, aqui na NE; por enquanto, porém, a fim de não fugir aos propósitos iniciais do Clube, nos limitaremos a publicar programas para computadores, somente.

Sabemos que a fronteira entre um microcomputador e uma calculadora científica de bolso está se tornando cada vez mais estreita, mas ainda existe uma diferença marcante entre eles. Não estamos, com isso, relegando as calculadoras a um segundo plano, mas apenas separando máquinas de acordo com suas especialidades. Contamos, assim, com a compreensão de todos os possuidores de calculadoras, e os convidamos a participar do Clube, de acordo com seus estatutos.



# CURSO DE CORRENTE CONTÍNUA

## RESISTÊNCIA E LEI DE OHM

### Capítulo III - 8ª lição

**Neste capítulo analisaremos a última das três grandezas fundamentais da Eletricidade: a resistência. A seguir, já cientes dos conceitos Ohm, de corrente, tensão e resistência, poderemos ver a Lei de postulado básico sobre o qual está construída toda a teoria da Eletricidade e da Eletrônica.**

A resistência é propriedade que todo material tem de oferecer oposição ao fluxo de corrente. Alguns, como o vidro, oferecem uma grande oposição, de modo que quase nada da corrente consegue passar por eles. Esses são ditos ter uma alta resistência. Outros materiais, como a prata, fazem muito pouco oposição à corrente elétrica. Portanto, têm uma baixa resistência.

Num pequeno fio de cobre ligado entre os terminais de uma bateria, uma grande quantidade de corrente deve circular — tanto, de fato, que a bateria rapidamente se descarregará. Se um pedaço de borracha de igual tamanho substituir o cobre, não haverá corrente perceptível. Esse exemplo, comprovável na prática, demonstra como os materiais possuem comportamentos diferentes em relação à corrente elétrica. A diferença provém de suas estruturas atômicas. No cobre, há um grande número de elétrons livres flutuando desorientados nos espaços entre os áto-

mos. Quando uma força eletromotriz é aplicada, um grande número de elétrons está pronto para se mover. Disso resulta uma alta corrente. Na borracha, a situação é diferente: existem muito poucos elétrons livres entre as moléculas. Portanto, a aplicação de uma força eletromotriz não conseguirá fazer com que muitos elétrons se movam. Como resultado a corrente é desprezível.

A conclusão é que a resistência de um material depende bastante do número de elétrons livres que ele contém.

#### O Ohm

A unidade de resistência é o **ohm**. Esta unidade é assim chamada devido a Geog Simon Ohm, um físico alemão que descobriu a relação entre a tensão, a corrente e a resistência (aguarde melhor explicação nas próximas lições).

Um ohm pode ser definido de diferentes maneiras. Originalmente, o ohm foi



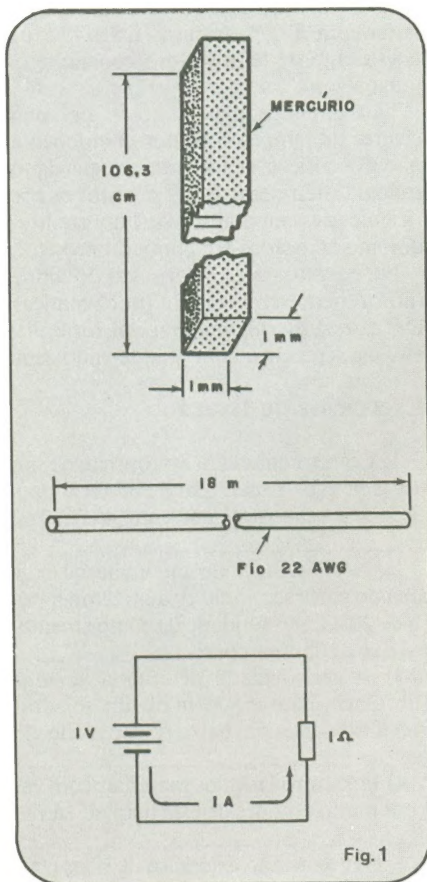


Fig. 1

definido como a resistência de uma coluna de mercúrio de 106,3 centímetros de comprimento e 1 milímetro quadrado de área de corte seccional. Uma vez definido o ohm desse modo, qualquer pessoa pode, com o equipamento adequado, construir um ohm padrão. Infelizmente, esta quantidade de resistência é difícil de visualizar.

Pode ser mais fácil pensar em termos de algo com que estamos mais familiarizados. Por exemplo, um pedaço de fio de cobre de bitola 22 com uns 18 metros de comprimento tem uma resistência próxima de um ohm.

O meio mais comum de definir o ohm, entretanto, é em termos de tensão e corrente. Um ohm é a quantidade de resistência que permite a um ampère fluir num circuito ao qual é aplicada uma força eletromotriz de um volt. Ou, dizendo de outra maneira, se um volt causa uma corrente de um ampère num circuito, então a resistência do circuito é de um ohm. A figura 1 ilustra estes três meios de expressão do ohm.

A letra grega ômega ( $\Omega$ ) é usada comumente para representar o ohm. Assim, 1 ohm pode ser escrito como  $1\Omega$ . Além disso, mil ohms podem ser escritos como  $1000\Omega$ , Q quilohm ou 1 k $\Omega$ . Um milhão de ohms será representado como  $1.000.000\Omega$ , 1 megohm ou 1 M $\Omega$ . Na Eletrônica, a letra

R é usada para representar resistência. Assim, por exemplo, "a resistência é dez ohms", pode ser escrito como uma equação: " $R = 10\Omega$ ".

## Resistividade

Não podemos comparar diretamente as resistências de duas substâncias porque a resistência depende do formato e do tamanho do material, bem como de sua temperatura. Porém, cada substância tem uma propriedade chamada **resistência específica** ou **resistividade** que pode ser comparada diretamente. A resistividade de uma substância é definida como a resistência do fio de um certo comprimento da substância, com um diâmetro exato e sob temperatura de 20°C. Estas exigências padronizam o formato, tamanho a temperatura das substâncias de modo que apenas a estrutura atômica determine a resistência.

A resistividade de diversas substâncias é comparada na tabela L. Note que a prata tem a menor resistividade, vindo o cobre logo a seguir. No fim da lista estão o vidro e a borracha. A prata e o cobre são os melhores condutores, enquanto a borracha e o vidro são os dois melhores isoladores deste grupo de substâncias.

**Tabela 1**  
**Resistividade de alguns materiais**

substâncias	resistividade a 20°C ( $\Omega \cdot m^2/m$ )
prata	$1,63 \times 10^{-8}$
cobre	$1,77 \times 10^{-8}$
alumínio	$2,83 \times 10^{-8}$
níquel	$7,77 \times 10^{-8}$
bismuto	$119 \times 10^{-8}$
nicromo	$99,5 \times 10^{-8}$
vidro	$10^8$
borracha	$10^{12}$

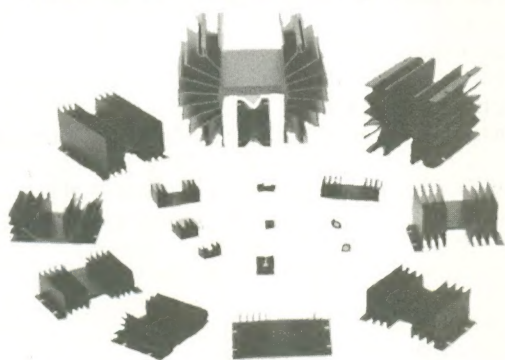
Como se pode imaginar, tanto os condutores como os isoladores são importantes na Eletrônica. Os condutores têm muitos elétrons livres, de modo que conduzem corrente muito facilmente. Assim, são utilizados para transportar eletricidade de um lugar para o outro. A maior parte dos metais são bons condutores: prata, cobre, ouro, alumínio, tungstênio, zinco, platina, níquel, aço, chumbo, etc.

Os isolantes ou não-condutores são substâncias que possuem muito poucos elétrons livres. Eles apresentam altos valores de resistividade. Tais substâncias são empregadas para evitar o contato elétrico. A maioria dos fios é coberta com um isolante de modo que não causem curto-circuitos acidentais quando usados para conduzir eletricidade. Alguns exemplos de isoladores, além da borracha e do vidro, são o plástico, a mica e o ar seco.

Para resumir, é a resistividade do mate-

## Extruded Heat Sinks

Meet Varied Thermal Packaging Needs



Brasele offers an expanding line of extruded heat sinks — more than 42 shapes now, more on the way. We manufacture extrusions to your drawing and/or part number — at competitive prices. Write for catalog:

**Brasele Eletrônica Ltda.**

Rua Major Rubens Florentino Vaz, 51/61  
CP 11.173 (01000) - São Paulo - SP - Brasil  
Telefones: (011) 814-3422 e (011) 212-6202



rial que determina se ele é condutor ou isolante. A resistividade é a resistência de material sob tamanho, formato e temperatura específica.

## Condutância

Às vezes é mais conveniente pensar em termos do quão bem um material conduz eletricidade do que em termos de como ele se opõe à corrente. Devido a isso, frequentemente é utilizada uma propriedade denominada condutância. Esta é justamente o oposto da resistência. É definida como a facilidade que uma substância oferece à passagem de um fluxo de corrente. Matematicamente, condutância é a recíproca (inverso) da resistência. Isso significa simplesmente que a condutância é igual a 1 dividido pela resistência. Ou, como mostra a equação:

$$\text{condutância} = \frac{1}{\text{resistência}}$$

A letra G é usada para representar a condutância. Portanto, a equação pode ser escrita:

$$G = \frac{1}{R}$$

A unidade da condutância é o "ohm" de trás para frente: mho, que pronunciamos "mó". Também é recíproca do ohm:

$$\text{mho} = \frac{1}{\text{ohm}}$$

A resistência de 1 ohm é igual à condutância de 1 mho. Portanto, a resistência de 2 ohm equivale à condutância de 1/2 ou 0,5 mho. Ainda mais, se a resistência é de 1000 ohm, ou 1 quilohm, a condutância é igual a 0,001 mho ou 1 milimho.

Na maior parte das vezes convém pensar em termos de resistência em lugar de condutância. Portanto, nos referiremos principalmente à resistência neste curso. Porém, é importante lembrar-se do mho, porque há uma característica chave ao transistor a efeito de campo dada em mhos.

## Fatores que determinam a resistência

O mais importante fator na determinação da resistência é a resistividade do material. No entanto, três outros fatores também devem ser considerados. São eles o comprimento, a área de corte seccional e a temperatura do material. Esta é a razão para que estas três variáveis tenham de ser tão cuidadosamente definidas para se determinar a resistividade. Vejamos cada uma delas:

**Comprimento** — Um fio com aproximadamente 18 metros de comprimento e bitola 22 AWG, como dissemos antes, tem uma resistência de mais ou menos 1 ohm. Um fio de mesmo tipo, com o dobro do comprimento, terá uma resistência próxima de 2 ohms. Assim, quando dobramos o comprimento do fio, também duplicamos a resistência. Em outras palavras, a resistência do condutor é diretamente proporcional ao seu comprimento. De fato, com qualquer material, quanto maior o comprimento, maior a resistência. A explicação para isso é que os elétrons precisam viajar mais através do meio de resistência.

**Área de corte seccional** — A área do corte seccional de um condutor é determinada pela sua espessura ou seu diâmetro. Vimos que os bons condutores têm um número maior de elétrons livres. Realmente, quanto mais elétrons livres por unidade de comprimento, melhor é a condução. Obviamente, um condutor de maior diâmetro tem mais elétrons livres por unidade de comprimento que um condutor de pequeno diâmetro do mesmo material. Portanto, condutores de diâmetro maior apresentam menor resistência que os condutores de pequeno diâmetro.

Todas as outras variáveis sendo iguais, a resistência de uma substância é inversamente proporcional a sua área de corte seccional. Se a área seccional dobra, a resistência cai pela metade. Se a área triplicar, a resistência será dividida por três.

**Temperatura** — Na definição da resistividade, o comprimento e a área seccional são cuidadosamente estabelecidos porque afetam a resistência. A temperatura também é rigorosamente determinada pela mesma razão. Isto é, com a maior parte dos materiais a resistência muda se a temperatura se altera. Com variações no comprimento e na área seccional podemos saber exatamente quanto a resistência muda. Não apenas em um, mas em todos os materiais a resistência varia da mesma maneira em função desses parâmetros. Contudo, tal não ocorre quanto às variações na temperatura. Nem todos os materiais variam a resistência no mesmo sentido ou no mesmo montante em relação às mudanças na temperatura.

Na maioria dos materiais, um acréscimo na temperatura causa um aumento na resistência. Os que respondem desse modo são ditos ter um **coeficiente positivo de temperatura**. Se o material possui um coeficiente positivo de temperatura, sua resistência aumenta quando a temperatura aumenta e diminui quando a temperatura decresce.

Algumas substâncias, como o carbono, possuem um **coeficiente negativo de temperatura**. Isso quer dizer que sua resistência diminui quando a temperatura aumen-

ta. Há materiais cuja resistência não varia nada com a temperatura. Esses têm um coeficiente de temperatura **constante** ou igual a zero.

Nos circuitos mais simples, os coeficientes de temperatura dos componentes não são críticos, sendo praticamente ignorados. Porém, em alguns circuitos os coeficientes de temperatura são importantes e devem ser levados em conta no projeto.

No entanto, as características de temperatura nem sempre são problemáticas. Um dispositivo chamado **termistor** utiliza esta característica com grande vantagem.

## Exercícios de fixação

1) Como é chamada a propriedade que todas as substâncias têm de oferecer oposição à passagem de corrente elétrica? \_\_\_\_\_

2) A resistência de um material com área de corte seccional fixada, temperatura de 20°C, por unidade de comprimento, é o que definimos como \_\_\_\_\_.

3) A resistividade determina se uma substância é um condutor ou um isolador. As substâncias com baixa resistividade são os \_\_\_\_\_.

4) Por outro lado, os materiais com valores muito grandes de resistividade são os \_\_\_\_\_.

5) Os metais são exemplos de bons condutores. Cite três deles: \_\_\_\_\_.

6) Definida como a recíproca da resistência, ou a facilidade que um material oferece à condução de corrente elétrica. Falamos da \_\_\_\_\_.

7) A unidade de condutância é o:

( ) ohm

( ) mho

8) Além da resistividade, quais fatores influem na resistência de um material? \_\_\_\_\_

9) Um material cuja resistência aumenta com a elevação da temperatura possui um coeficiente de temperatura \_\_\_\_\_.

10) As substâncias cuja resistência diminui enquanto a temperatura aumenta são dotadas de coeficiente de temperatura \_\_\_\_\_.

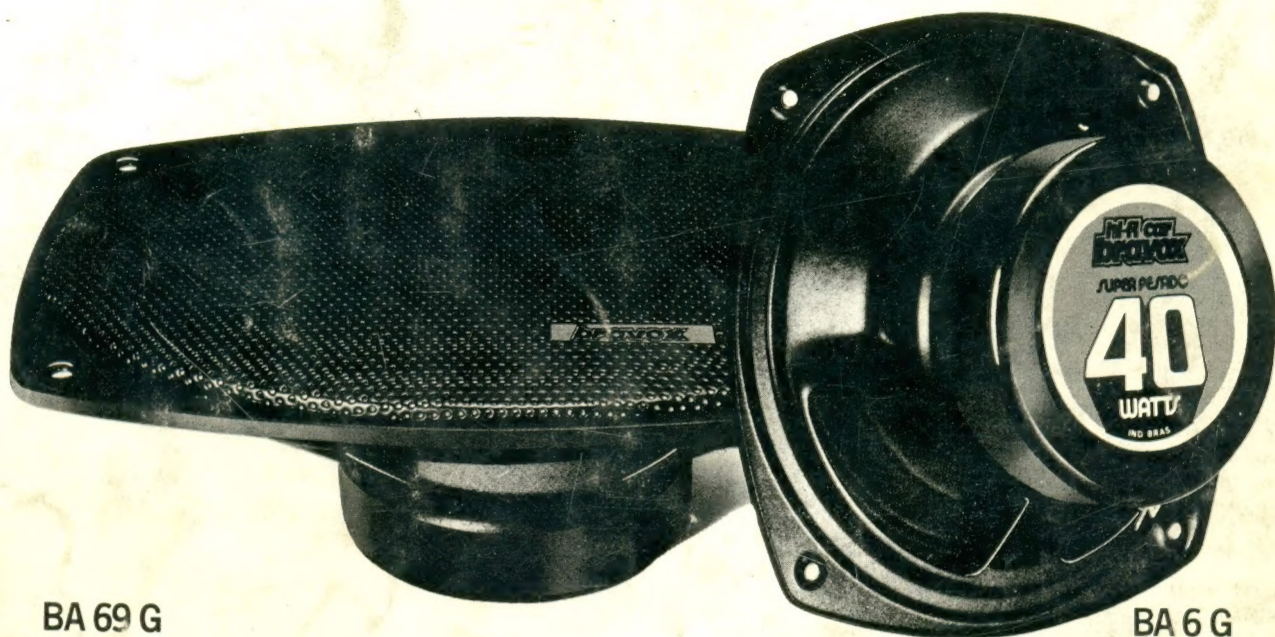
## Respostas

1. resistência
2. resistividade
3. condutores
4. isolantes ou isoladores
5. prata, ouro, alumínio, cobre, ferro, níquel, chumbo, etc.
6. condutância
7. mho
8. comprimento, área de corte seccional, temperatura
9. positivo
10. negativo



# Finalmente

um alto-falante projetado para o seu carro



com a mesma tecnologia dos  
alto-falantes Bravox vendidos para a  
indústria naval americana.

- É o único que permite instalação por fora sem remoção das laterais.
- Conjunto à prova d'água, maresia e poeira.
- Tela fixa e com tratamento anti-ferrugem e anti-riscagem.
- Sistema magnético de alto fluxo, totalmente encapsulado.



mais um lançamento com a qualidade e garantia

**hi-fi car**  
**bravox**